

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-048975

(43)Date of publication of application : 15.02.2002

(51)Int.Cl. G02B 15/20
G02B 13/18
G02B 15/16

(21)Application number : 2000-230495 (71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 31.07.2000 (72)Inventor : MIHARA SHINICHI
MIYAUCHI YUJI
WATANABE MASAHITO
KONISHI KOICHI

(30)Priority

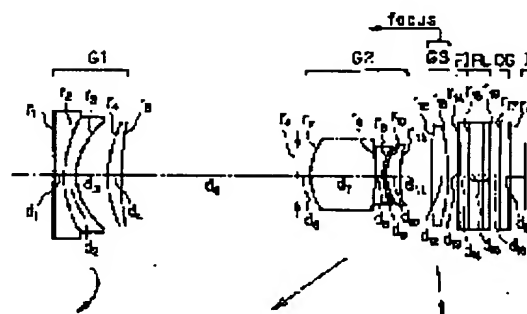
Priority number : 2000151461 Priority date : 23.05.2000 Priority country : JP

(54) ELECTRONIC IMAGE PICKUP DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To completely make an electronic image pickup device thin in thickness by using a zoom system having stable high image-forming performance from infinity to a short distance.

SOLUTION: This electronic image pickup device uses a zoom lens constituted of a negative 1st group G1, a positive 2nd group G2 and a positive 3rd group G3, making a space between the 2nd and the 3rd groups G2 and G3 large in the case of varying power from a wide-angle end to a telephoto end at the time of focusing on an infinite object point and capable of being focused on a subject in a shorter distance by extending the 3rd group G3 to an object side. In the zoom lens, the 2nd group G2 is constituted of a lens group 2c including one positive lens 2a, one negative lens 2b and at least one lens, and the 3rd group G3 is constituted of one positive lens. Then, the electronic image pickup device satisfies a condition on a distance on an optical axis from the surface on an image side of the positive lens 2a to the surface on the image side of the negative lens 2b and a condition on the ratio of the focal distance of a single body in the air between the positive lens 2a and the lens group 2c.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-48975

(P2002-48975A)

(43) 公開日 平成14年2月15日 (2002. 2. 15)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード* (参考)

G 0 2 B 15/20

G 0 2 B 15/20

2 H 0 8 7

13/18

13/18

15/16

15/16

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 43 頁)

(21) 出願番号 特願2000-230495 (P2000-230495)

(71) 出願人 000000376

(22) 出願日 平成12年7月31日 (2000. 7. 31)

オリンパス光学工業株式会社

(31) 優先権主張番号 特願2000-151461 (P2000-151461)

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(32) 優先日 平成12年5月23日 (2000. 5. 23)

(72) 発明者 三原 伸一

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(72) 発明者 宮内 裕可

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(74) 代理人 100097777

弁理士 荏澤 弘 (外7名)

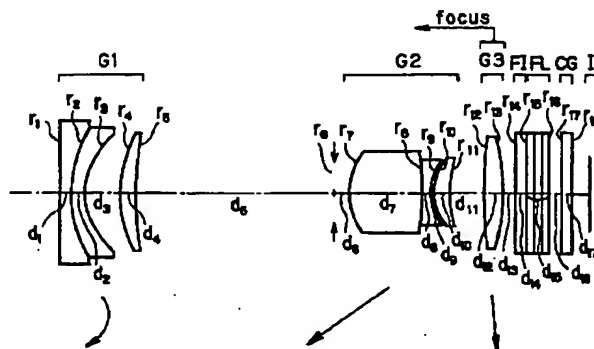
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 無限遠から近距離まで安定した高い結像性能を有するズーム方式を用いて電子撮像装置を徹底的に薄型化を図ること。

【解決手段】 負の第1群G1と、正の第2群G1と、正の第3群G3とからなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、第2群G2と第3群G3の間隔が大きくなり、第3群G3を物体側に繰り出すことでより近距離の被写体に合焦することが可能なズームレンズを用い、そのズームレンズは、第2群G2が1枚の正レンズ2a 1枚の負レンズ2b少なくとも1枚のレンズを含むレンズ群2cよりなり、第3群G3が正レンズ1枚よりなり、正レンズ2aの像側の面から負レンズ2bの像側の面までの光軸上の距離の条件と、正レンズ2aとレンズ群2cの空気中の単体焦点距離の比の条件を満たす電子撮像装置。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体側より順に、負の屈折力を有する第 1 群と、正の屈折力を有する第 2 群と、正の屈折力を有する第 3 群とからなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、前記第 2 群と前記第 3 群の間隔が大きくなり、前記第 3 群を物体側に繰り出すことでより近距離の被写体に合焦することが可能なズームレンズであって、

前記第 2 群が、物体側から順に、1 枚の正レンズ 2 a、1 枚の負レンズ 2 b、少なくとも 1 枚のレンズを含むレンズ群 2 c よりなり、前記第 3 群が正レンズ 1 枚よりなり、以下の条件を満たすズームレンズを有することを特徴とする電子撮像装置。

$$(1) \quad 0.04 < t_{2N} / t_2 < 0.18$$

$$(2) \quad -0.5 < f_{2a} / f_{2c} < 1.1$$

ただし、 t_{2N} は、第 2 群の物体側正レンズ 2 a の像側の面から第 2 群の負レンズ 2 b の像側の面までの光軸上の距離、 t_2 は、第 2 群の物体側正レンズ 2 a の物体側の面からレンズ群 2 c の最も像側の面までの光軸上での距離、 f_{2a} と f_{2c} は、それぞれ第 2 群の物体側正レンズ 2 a とレンズ群 2 c の空気中の焦点距離である。

【請求項 2】 物体側より順に、負の屈折力を有する第 1 群と、正の屈折力を有する第 2 群と、正の屈折力を有する第 3 群とからなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、前記第 2 群と前記第 3 群の間隔が大きくなり、前記第 3 群を物体側に繰り出すことでより近距離の被写体に合焦することが可能なズームレンズであって、

前記第 2 群が、物体側から順に、1 枚の正レンズ 2 a、1 枚の負レンズ 2 b、1 枚のレンズからなるレンズ群 2 c よりなり、前記第 3 群が正レンズ 1 枚よりなり、以下の条件を満たすズームレンズを有することを特徴とする電子撮像装置。

$$(1) \quad 0.04 < t_{2N} / t_2 < 0.18$$

$$(2) \quad -0.5 < f_{2a} / f_{2c} < 1.1$$

ただし、 t_{2N} は、第 2 群の物体側正レンズ 2 a の像側の面から第 2 群の負レンズ 2 b の像側の面までの光軸上の距離、 t_2 は、第 2 群の物体側正レンズ 2 a の物体側の面からレンズ群 2 c の最も像側の面までの光軸上での距離、 f_{2a} と f_{2c} は、それぞれ第 2 群の物体側正レンズ 2 a とレンズ群 2 c の空気中の単体焦点距離である。

【請求項 3】 前記第 2 群のレンズ群 2 c が非球面を含み、前記第 3 群が球面のみ、又は、以下に示す条件を満たす非球面を有するズームレンズを有することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の電子撮像装置。

$$(3) \quad \text{abs}(z) / L < 1.5 \times 10^{-2}$$

ただし、 $\text{abs}(z)$ は、光軸より $0.35L$ の高さでの第 3 群の非球面の光軸上の曲率半径を有する球面からの光軸方向への偏倚量の絶対値、 L は有効撮像面の対角長である。

2

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子撮像装置に関し、特に、ズームレンズ等の光学系部分の工夫により奥行き方向の薄型化を実現したビデオカメラやデジタルカメラに関するものである。また、そのズームレンズはリアフォーカスを可能にらしめたものである。

【0002】

【従来の技術】近年、銀塩 35mm フィルム（通称ライカ版）カメラに代わる次世代カメラとしてデジタルカメラ（電子カメラ）が注目されてきている。さらに、それは業務用高性能タイプからポータブルな普及タイプまで、幅広い範囲でいくつものカテゴリーを有するようになってきている。

【0003】本発明においては、特にポータブルな普及タイプのカテゴリーに注目し、高画質を確保しながら奥行きの薄いビデオカメラ、デジタルカメラを実現する技術を提供することをねらっている。

【0004】カメラの奥行き方向を薄くするのに最大のネックとなっているのは、光学系、特にズームレンズ系の最も物体側の面から撮像面までの厚みである。最近では、撮影時に光学系をカメラボディ内からせり出し、携帯時に光学系をカメラボディ内に収納するいわゆる沈胴式鏡筒を採用することが主流になっている。しかしながら、使用するレンズタイプやフィルターによって光学系沈胴時の厚みが大きく異なる。特にズーム比や F 値等、仕様を高く設定するには、最も物体側のレンズ群が正の屈折力を有するいわゆる正先行型ズームレンズは、各々のレンズエレメントの厚みやデッドスペースが大きく、沈胴してもたいして厚みが薄くならない（特開平 11-258507 号）。負先行型で特に 2 乃至 3 群構成のズームレンズはその点有利であるが、群内構成枚数が多かったり、エレメントの厚みが大きかったり、最も物体側のレンズが正レンズの場合も、沈胴しても薄くならない（特開平 11-52246 号）。現在知られている中で電子撮像素子用に適しかつズーム比、画角、F 値等を含めた結像性能が良好で沈胴厚を最も薄くできる可能性を有するものの例として、特開平 11-194274 号、特開平 11-287953 号、特開 2000-9997 号等のものがある。

【0005】第 1 群を薄くするには入射瞳位置を浅くするのがよいが、そのためには第 2 群の倍率を高くすることになる。一方、そのために第 2 群の負担が大きくなり、それ自身を薄くすることが困難になるばかりでなく、収差補正の困難さや製造誤差の効きが増大し好ましくない。薄型化、小型化を実施するには撮像素子を小さくすればよいが、同じ画素数とするためには画素ピッチを小さくする必要があり、感度不足を光学系でカバーしなければならない。回折の影響も然りである。

【0006】また、奥行きの薄いカメラボディにするた

めに、合焦時のレンズ移動を前群ではなくいわゆるリアフォーカスとすることが駆動系のレイアウト上有効である。すると、リアフォーカスを実施したときの収差変動が少ない光学系を選択する必要が出てくる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は従来技術のこのような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、構成枚数が少なくリアフォーカス方式等、機構レイアウト上小型で簡素にしやすく、無限遠から近距離まで安定した高い結像性能を有するズーム方式なりズーム構成を選択し、さらには レンズエレメントを薄くして各群の総厚を薄くしたりフィルター類の選択をも考慮して電子撮像装置を徹底的に薄型化を図ることである。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の電子撮像装置は、物体側より順に、負の屈折力を有する第1群と、正の屈折力を有する第2群と、正の屈折力を有する第3群とからなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、前記第2群と前記第3群の間隔が大きくなり、前記第3群を物体側に繰り出すことでより近距離の被写体に合焦することが可能なズームレンズであって、前記第2群が、物体側から順に、1枚の正レンズ2a、1枚の負レンズ2b、少なくとも1枚のレンズを含むレンズ群2cよりなり、前記第3群が正レンズ1枚よりなり、以下の条件を満たすズームレンズを有することを特徴とするものである。

【0009】(1) $0.04 < t_{2N}/t_2 < 0.18$
(2) $-0.5 < f_{2a}/f_{2c} < 1.1$

ただし、 t_{2N} は、第2群の物体側正レンズ2aの像側の面から第2群の負レンズ2bの像側の面までの光軸上の距離、 t_2 は、第2群の物体側正レンズ2aの物体側の面からレンズ群2cの最も像側の面までの光軸上での距離、 f_{2a} と f_{2c} は、それぞれ第2群の物体側正レンズ2aとレンズ群2cの空气中的焦点距離である。

【0010】本発明のもう1つの電子撮像装置は、物体側より順に、負の屈折力を有する第1群と、正の屈折力を有する第2群と、正の屈折力を有する第3群とからなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、前記第2群と前記第3群の間隔が大きくなり、前記第3群を物体側に繰り出すことでより近距離の被写体に合焦することが可能なズームレンズであって、前記第2群が、物体側から順に、1枚の正レンズ2a、1枚の負レンズ2b、1枚のレンズからなるレンズ群2cよりなり、前記第3群が正レンズ1枚よりなり、以下の条件を満たすズームレンズを有することを特徴とするものである。

【0011】(1) $0.04 < t_{2N}/t_2 < 0.18$
(2) $-0.5 < f_{2a}/f_{2c} < 1.1$

ただし、 t_{2N} は、第2群の物体側正レンズ2aの像側の面から第2群の負レンズ2bの像側の面までの光軸上の

距離、 t_2 は、第2群の物体側正レンズ2aの物体側の面からレンズ群2cの最も像側の面までの光軸上での距離、 f_{2a} と f_{2c} は、それぞれ第2群の物体側正レンズ2aとレンズ群2cの空气中的単体焦点距離である。

【0012】以下、本発明において上記構成をとる理由と作用を説明する。

【0013】本発明の電子撮像装置は、物体側より順に、負の屈折力を有する第1群と、正の屈折力を有する第2群と、正の屈折力を有する第3群とからなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、前記第2群と前記第3群の間隔が大きくなり、前記第3群を物体側に繰り出すことでより近距離の被写体に合焦することが可能なズームレンズにおいて、前記第2群が、物体側から順に、1枚の正レンズ2a、1枚の負レンズ2b、非球面を含む少なくとも1枚のレンズを含むレンズ群2c、前記第3群は正レンズ1枚にて構成している。

【0014】又は、前記第2群が、物体側から順に、1枚の正レンズ2a、1枚の負レンズ2b、非球面を含む1枚のレンズからなるレンズ群2c、前記第3群が正レンズ1枚にて構成している。

【0015】この構成要件は、沈胴収納時のレンズ部総厚を薄くしてなおかつ第3群にてフォーカスをする際、非点収差を始めとする軸外収差の変動を抑制するための必要不可欠要件である。

【0016】電子撮像素子の場合、それへの入射光線角度を極力小さくすることが必要であるため、銀塩フィルムカメラ用ズームレンズとしてよく使用される負正の2群ズームの最も像側の正レンズを第3群として、射出瞳位置を遠くに保つように独立移動とする。この第3群をフォーカス用として使用する場合、収差変動が問題になるが、第3群に必要以上の量の非球面が入ると、その効果を出すために第1・2群で残存する非点収差を第3群にて補正することになり、ここで第3群がフォーカスのために動くと、そのバランスが崩れてしまい好ましくない。したがって、第3群でフォーカスする場合は、第1・2群で非点収差をズーム全域にわたり略取り切らねばならない。したがって、第3群は球面系又は少ない非球面量にて構成し、開口絞りを第2群の物体側に配し、第2群の中の特に軸外収差に効果のある最も像側のレンズに非球面を施すのがよい。また、このタイプでは前玉径が大きくなり難いので、開口絞りを第2群と一体（後記の実施例では第2群の直前に配置し、第2群と一体）とした方が機構上単純であるばかりでなく、沈胴時のデッドスペースが発生し難く、広角端と望遠端のF値差が小さい。

【0017】なお、以下の条件を満足するとよい。

【0018】(1) $0.04 < t_{2N}/t_2 < 0.18$
(2) $-0.5 < f_{2a}/f_{2c} < 1.1$

ただし、 t_{2N} は、第2群の物体側正レンズ2aの像側の面から第2群の負レンズ2bの像側の面までの光軸上の

5

距離、 t_2 は、第 2 群の物体側正レンズ 2 a の物体側の面からレンズ群 2 c の最も像側の面までの光軸上での距離、 f_{2a} と f_{2c} は、それぞれ第 2 群の物体側正レンズ 2 a とレンズ群 2 c の空気中の焦点距離である。

【0019】条件(1)は、第 2 群の物体側正レンズ 2 a の像側の面から第 2 群の負レンズ 2 b の像側の面までの光軸上の距離 t_{2N} を規定したものである。この部位はある程度厚くしないと非点収差が補正し切れないが、光学系の各エレメントの厚みを薄くする目的の場合、これが足枷になる。したがって、非点収差の補正は、その像側のレンズに非球面を導入して補正する。それでも、下限値の 0.04 を越えると、非点収差は補正し切れなくなる。上限値 0.18 を越えると、厚さが許容できない。

【0020】条件(2)は、第 2 群の物体側正レンズ 2 a とレンズ群 2 c の空気中の焦点距離の比を規定したものである。上限の 1.1 を越えると、第 2 群の主点が像側寄りになり、使用状態における第 2 群後方にデッドスペースができやすく、全長が長くなり、沈胴厚を薄くするために、鏡枠機構が複雑になるか巨大化する。あるいは、余り薄くできない。下限値の -0.5 を越えると、非点収差の補正が困難となる。

【0021】なお、条件(1)、(2)は次のようにすればより良い。

$$\begin{aligned} \text{【0022】(1)'} \quad & 0.05 < t_{2N} / t_2 < 0.16 \\ \text{(2)'} \quad & -0.4 < f_{2a} / f_{2c} < 0.8 \end{aligned}$$

$$(4) \quad (R_{2c1} + R_{2cr}) / (R_{2c1} - R_{2cr}) < -0.4$$

$$(5) \quad -1.1 < (R_{31} + R_{32}) / (R_{31} - R_{32}) < 1.5$$

ただし、 R_{2c1} 、 R_{2cr} は、それぞれ第 2 群の像側のレンズ群 2 c の最も物体側の面と最も像側の面の、 R_{31} 、 R_{32} は、第 3 群の物体側から 1 番目と 2 番目のレンズ面のそれぞれの光軸上の曲率半径である。

【0030】条件(4)、(5)は、それぞれ第 2 群の最も像側の非球面レンズ群 2 c と第 3 群の正レンズのシェープファクターを規定したものである。後者が上限値の 1.5 を越えると、リアフォーカスによる非点収差の変

$$(4)' \quad -10.0 < (R_{2c1} + R_{2cr}) / (R_{2c1} - R_{2cr}) < -0.6$$

$$(5)' \quad -0.5 < (R_{31} + R_{32}) / (R_{31} - R_{32}) < 1.2$$

条件(4)' の下限の -10.0 を越えると、リアフォーカスによる非点収差の変動が大きくなる。

$$(4)'' \quad -5.0 < (R_{2c1} + R_{2cr}) / (R_{2c1} - R_{2cr}) < -0.8$$

$$(5)'' \quad 0.1 < (R_{31} + R_{32}) / (R_{31} - R_{32}) < 1.0$$

第 2 群の物体側の正レンズと負レンズは、それらの相対的偏心による収差の発生が著しいので、接合しておくのがよい。加えて、又は、第 2 群は 1 枚の負レンズを含み、その両隣りは正レンズであり、何れか一方の正レンズと接合されており、第 3 群は球面のみからなる正レン

$$(6) \quad -1.5 < \{ (R_{2a1} + R_{2a2}) \cdot (R_{2b1} - R_{2b2}) \} / \{ (R_{2a1} - R_{2a2}) \cdot (R_{2b1} + R_{2b2}) \} < -0.6$$

ただし、 R_{2a1} 、 R_{2a2} 、 R_{2b1} ($=R_{2a2}$)、 R_{2b2} は、それぞれ第 2 群のレンズ 2 a の物体側、像側、レン

6

さらに、次のようにすればベストである。

$$\text{【0023】(1)''} \quad 0.06 < t_{2N} / t_2 < 0.15$$

$$(2)'' \quad -0.3 < f_{2a} / f_{2c} < 0.62$$

先述の通り、第 2 群のレンズ群 2 c が非球面を含み、第 3 群が球面のみ又は以下に示す条件を満たす非球面とするのがよい。

【0024】(3) $\text{abs}(z) / L < 1.5 \times 10^{-2}$ ただし、 $\text{abs}(z)$ は、光軸より $0.35L$ の高さでの第 3 群の非球面の光軸上の曲率半径を有する球面からの光軸方向への偏倚量の絶対値、 L は有効撮像面の対角長である。

【0025】条件(3)の上限値 1.5×10^{-2} を越えると、第 3 群によりリアフォーカスをする非点収差が大きく崩れ好ましくない。

【0026】なお、条件(3)は次のようにすればより良い。

$$\text{【0027】(3)'} \quad \text{abs}(z) / L < 1.5 \times 10^{-3}$$

さらに、次のようにすればベストである。

【0028】(3)'' $\text{abs}(z) / L < 1.5 \times 10^{-4}$ さらに、以下の条件(4)、(5)を満たせば、光学系を薄くしながらリアフォーカスを導入しても、ズーム全域において無限から近距離まで非点収差や色収差等、各収差が安定するためにより良い。

【0029】

動が大きくなりすぎ、無限物点で非点収差を良好に補正し得ても近距離物点に対しては非点収差が悪化しやすい。前者が上限値 -0.4 を、後者が下限値 -1.1 を越えると、リアフォーカスによる非点収差変動は少ないが、無限物点に対する収差補正が困難となる。

【0031】なお、条件(4)、(5)は次のようにすればより良い。

【0032】

$$(4)' \quad -10.0 < (R_{2c1} + R_{2cr}) / (R_{2c1} - R_{2cr}) < -0.6$$

$$(5)' \quad -0.5 < (R_{31} + R_{32}) / (R_{31} - R_{32}) < 1.2$$

【0033】さらに、次のようにすればベストである。

【0034】

$$(4)'' \quad -5.0 < (R_{2c1} + R_{2cr}) / (R_{2c1} - R_{2cr}) < -0.8$$

$$(5)'' \quad 0.1 < (R_{31} + R_{32}) / (R_{31} - R_{32}) < 1.0$$

ズ 1 枚よりなるズームレンズとしてもよい。

【0035】なお、第 2 群のレンズ群 2 c を単レンズとした場合、レンズ 2 a、2 b からなる接合レンズについては以下の条件を満たすとよい。

【0036】

ズ 2 b の物体側、像側の光軸上の曲率半径である。

【0037】条件(6)は、第 2 群の接合レンズのそれぞ

7

れのレンズエレメント（正レンズ・負レンズ）のシェプファクターの比を規定したものである。下限値の-1.5を越えると、軸上色収差の補正に不利であり、上限値の-0.6を越えると、レンズエレメントが厚くなり、

$$(6)' \quad -1.3 < \left\{ (R_{2a1} + R_{2a2}) \cdot (R_{2b1} - R_{2b2}) \right\} / \left\{ (R_{2a1} - R_{2a2}) \cdot (R_{2b1} + R_{2b2}) \right\} < -0.7$$

さらに、次のようにすればベストである。

$$(6)'' \quad -1.2 < \left\{ (R_{2a1} + R_{2a2}) \cdot (R_{2b1} - R_{2b2}) \right\} / \left\{ (R_{2a1} - R_{2a2}) \cdot (R_{2b1} + R_{2b2}) \right\} < -0.8$$

ところで、ズーム比2.3倍以上の場合、以下の条件を満足すると薄型化に寄与する。

$$【0041】(a) \quad 1.3 < -\beta_{2t} < 2.1$$

$$(b) \quad 1.6 < f_2 / f_w < 3.0$$

ただし、 β_{2t} は、第2群の望遠端における倍率（無限遠物点）、 f_2 は、第2群の焦点距離、 f_w は、ズームレンズ全系の広角端（無限遠物点）の焦点距離である。

【0042】条件(a)は、第2群の望遠端における無限遠物点時倍率 β_{2t} を規定したものである。これはできるだけ絶対値が大きい方が、広角端における入射瞳位置を浅くできて第1群の径を小さくしやすく、ひいては厚みを小さくできる。下限値の1.3を越えると、厚みを満足するのが困難で、上限の2.1を越えると、収差補正（球面収差、コマ、非点収差）が困難となる。条件

(b)は、第2群焦点距離 f_2 を規定したものである。焦点距離が短い方が第2群自身の薄型化には有利であるが、第2群の前側主点を物体側に、第1群の後側主点を像側に位置するようなパワー配置上の無理が出やすく、収差補正上好ましくない。下限の1.6を越えると、球面収差、コマ、非点収差等の補正が困難になる。上限の3.0を越えると、薄型化が困難となる。

【0043】なお、条件(a)、(b)は次のようにすればより良い。

$$【0044】(a)' \quad 1.4 < -\beta_{2t} < 2.0$$

$$(b)' \quad 1.8 < f_2 / f_w < 2.7$$

さらに、次のようにすればベストである。

$$【0045】(a)'' \quad 1.5 < -\beta_{2t} < 1.9$$

$$(b)'' \quad 2.0 < f_2 / f_w < 2.5$$

このように薄型化と収差補正とは相反するので、第2群の最も物体側の正レンズに非球面を導入するとよい。球面収差、コマ補正に効果が大きく、その分で非点収差や軸上色収差の補正を有利に実施できる。その場合、第2群の構成がいかようであっても、条件(6)又は(6)'又は(6)''も満足するとよい。

【0046】先に、第3群にてリアフォーカスを実施する場合、第1群と第2群にてズーム全域にわたり軸外収差補正を略完結させた方がよい旨述べてきた。第2群の構成に対して第1群の構成の選択を工夫すれば、第1群と第2群にてズーム全域にわたり軸外収差補正を略完結することができる。以下、そのときの第1群の構成について述べる。

8

小型化には不利である。

【0038】なお、条件(6)は次のようにすればより良い。

$$【0039】$$

$$\left\{ (R_{2a1} + R_{2a2}) \cdot (R_{2b1} - R_{2b2}) \right\} / \left\{ (R_{2a1} - R_{2a2}) \cdot (R_{2b1} + R_{2b2}) \right\} < -0.7$$

$$【0040】$$

$$\left\{ (R_{2a1} + R_{2a2}) \cdot (R_{2b1} - R_{2b2}) \right\} / \left\{ (R_{2a1} - R_{2a2}) \cdot (R_{2b1} + R_{2b2}) \right\} < -0.8$$

【0047】一つは、物体側から順に、2枚以下の負レンズで構成される負レンズ群と1枚の正レンズで構成される正レンズ群よりなり、その負レンズ群の中少なくとも1枚の負レンズは非球面を含むもので、以下の条件(7)、(8)を満足するもの。

【0048】二つ目として、物体側から順に、1枚の正レンズと2枚の負レンズと1枚の正レンズとよりなるものか、あるいは、さらに条件(9)を満足するもの。

【0049】三つ目として、第1群は、物体側から順に、1枚の正レンズと1枚の負レンズと1枚の正レンズとよりなり、いずれか一方の正レンズが非球面を含む弱い屈折力にて構成されており、以下の条件(10)を満たすもの。

【0050】四つ目として、物体側から順に、2枚の負レンズと1枚の正レンズと1枚の負レンズとよりなるものである。

【0051】上記4種類の何れかのタイプを用いるのが良い。以下、条件について説明する。

$$【0052】(7) \quad -0.1 < f_w / R_{11} < 0.45$$

$$(8) \quad 0.13 < d_{sp} / f_w < 1.0$$

$$(9) \quad 0.75 < R_{14} / L < 3$$

$$(10) \quad 0 < f_w / f_{1P} < 0.3$$

ただし、 R_{11} は、第1群の物体側から1番目のレンズ面の光軸上の曲率半径、 f_w は、ズームレンズ全系の広角端（無限遠物点）の焦点距離、 d_{sp} は、第1群の負レンズ群と正レンズ群の光軸上での空気間隔、 R_{14} は、第1群の物体側から4番目のレンズ面の光軸上の曲率半径、 L は、撮像素子の有効撮像領域の対角長、 f_{1P} は、第1群の非球面を含む弱い屈折力の正レンズの焦点距離、 f_w はズームレンズ全系の広角端（無限遠物点）の焦点距離である。

【0053】条件(7)は、第1群の構成が上記の一つ目の種類のときの第1面の曲率半径を規定するものである。第1群に非球面を導入することで歪曲収差を補正し、残る球面成分で非点収差の補正を行なうのがよい。上限値の0.45を越えると、非点収差の補正には不利になり、下限値の-0.1を越えると、非球面でも歪曲収差を補正し切れない。

【0054】条件(8)は、第1群の構成が上記の一つ目の種類のときの負レンズ群と正レンズ群の光軸上での空気間隔 d_{sp} を規定するものである。上限値の1.0を越

9

えると、非点収差の補正には有利になるが、第1群の厚みが増し小型化に反する。下限値の0.13を越えると、非点収差の補正が困難となる。

【0055】条件(9)は、第1群の構成が上記の二つ目の種類のときの第4番目のレンズ面の光軸上の曲率半径 R_{14} を規定するものである。非点収差や歪曲収差を良好に補正するには本構成が望ましいが、第1群が厚くなる傾向にある。そこで、 R_{14} をできるだけ大きくすることで薄くすることができる。下限値の0.75を越えると、余分なスペースが必要となり好ましくない。上限値の3を越えると、第1群のパワーが不足し、径が増大しかえって厚くなってしまう。

【0056】条件(10)は、第1群の構成が上記の三つ目の種類のときの非球面を含む弱い屈折力の正レンズの焦点距離 f_{1P} を規定するものである。上限値の0.3を越えると、第1群内に1枚しかない負レンズのパワーが強くなりすぎ、ディストーションが悪化しやすく、また、凹面の曲率半径が小さくなりすぎ加工が困難になる。下限値0を越えると、負の成分となり、非球面がディストーション補正に注がれ、非点収差補正の面で好ましくない。

【0057】なお、条件(7)、(8)、(9)、(10)は次のようにすればより良い。

【0058】

$$(7)' \quad -0.05 < f_{\#} / R_{11} < 0.25$$

$$(8)' \quad 0.3 < d_{1P} / f_{\#} < 0.9$$

$$(9)' \quad 0.98 < R_{14} / L < 2.5$$

$$(10)' \quad 0 < f_{\#} / f_{1P} < 0.2$$

さらに、次のようにすればベストである。

【0059】

$$(7)'' \quad -0.03 < f_{\#} / R_{11} < 0.15$$

$$(8)'' \quad 0.32 < d_{1P} / f_{\#} < 0.8$$

$$(9)'' \quad 1 < R_{14} / L < 2$$

$$(10)'' \quad 0 < f_{\#} / f_{1P} < 0.1$$

また、上記の二つ目の種類の構成において、第1群は、物体側から順に、1枚の正レンズと1枚の負メニスカスレンズと負レンズと正レンズの接合レンズ成分とより構成するのもよい。第1群を正レンズ・負レンズ・負レンズ・正レンズの順の4枚、あるいは、負レンズ2枚・正レンズ・負レンズの順の4枚で構成した場合、像側の2枚の相対偏心の結像性能劣化への効きが敏感な場合が多く、これらを接合として心出し性能を向上させておくともよい。

【0060】並びに、第1群、第2群の総厚が以下の条件を満足するのもよい。

$$【0061】(11) \quad 0.4 < t_1 / L < 2.2$$

$$(12) \quad 0.5 < t_2 / L < 1.5$$

ただし、 t_1 は、第1群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上での厚み、 t_2 は、第2

10

群の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上での厚み、 L は、撮像素子の有効撮像領域の対角長である。

【0062】条件(11)、(12)は、それぞれ第1群、第2群の総厚を規定したものである。それぞれの上限值2.2、1.5を越えると、薄型化の妨げになりやすく、それぞれの下限值0.4、0.5を越えると、各レンズ面の曲率半径を緩くせざるを得ず、近軸関係の成立や諸収差補正が困難になる。

【0063】なお、この条件範囲は、縁肉、機構スペースの確保上、 L の値によって変えることが好ましい。

【0064】具体的には、以下の条件(11)'、(12)'を満足することが望ましい。

【0065】(11)' $L \leq 6.2 \text{ mm}$ のとき、

$$0.8 < t_1 / L < 2.2$$

$6.2 \text{ mm} < L \leq 9.2 \text{ mm}$ のとき、

$$0.7 < t_1 / L < 2.0$$

$9.2 \text{ mm} < L$ のとき、

$$0.6 < t_1 / L < 1.8$$

(12)' $L \leq 6.2 \text{ mm}$ のとき、

$$0.5 < t_2 / L < 1.5$$

$6.2 \text{ mm} < L \leq 9.2 \text{ mm}$ のとき、

$$0.4 < t_2 / L < 1.3$$

$9.2 \text{ mm} < L$ のとき、

$$0.3 < t_2 / L < 1.1$$

以上、ズームレンズ部について沈胴厚を薄くしつつも結像性能を良好にする手段を提供した。

【0066】次に、フィルター類を薄くする条件について言及する。電子撮像装置には、通常赤外光が撮像面に入射しないように一定の厚みのある赤外吸収フィルターを撮像素子よりも物体側に挿入している。これを厚みのないコーティングに置き換えることを考える。当然その分薄くなる訳だが、副次的効果がある。ズームレンズ系後方にある撮像素子よりも物体側に、波長600nmでの透過率が80%以上、波長700nmでの透過率が10%以下の近赤外シャープカットコートを導入すると、吸収タイプよりも相対的に赤側の透過率が高くなり、補色モザイクフィルターを有するCCDの欠点である青紫側のマゼンタ化傾向がゲイン調整により緩和され、原色フィルターを有するCCD並みの色再現を得ることができる。

【0067】一方、補色フィルターの場合、その透過光エネルギーの高さから原色フィルター付きCCDと比べ実質の感度が高く、かつ、解像的にも有利であるため、小型CCDを使用したときのメリットが大である。もう一方のフィルターである光学的ローパスフィルターについても、その総厚 t_{LPF} が以下の条件を満たすようにするとよい。

【0068】

$$(13) \quad 0.15 \times 10^3 < t_{LPF} / a < 0.45 \times 10^3$$

11

ただし、 a は電子撮像素子の水平画素ピッチである。

【0069】沈胴厚を薄くするには、光学的ローパスフィルターを薄くすることも効果的であるが、一般的にはモアレ抑制効果が減少して好ましくない。一方、画素ピッチが小さくなるにつれて結像レンズ系の回折の影響により、ナイキスト限界以上の周波数成分のコントラストは減少し、モアレ抑制効果の減少はある程度許容されるようになる。例えば、像面上投影時の方位角度が水平（ $=0^\circ$ ）と $\pm 45^\circ$ 方向にそれぞれ結晶軸を有する3種類のフィルターを光軸方向に重ねて使用する場合、かなりモアレ抑制効果があることが知られている。この場合のフィルターが最も薄くなる仕様としては、水平に $a \mu\text{m}$ 、 $\pm 45^\circ$ 方向にそれぞれ $\text{SQRT}(1/2) \times a \mu\text{m}$ だけずらせるものが知られている。このときのフィルター厚は、およそ $[1 + 2 \times \text{SQRT}(1/2)] \times a / 5.88 \text{ (m)}$

$$(13)' \quad 0.13 \times 10^3 < t_{\text{LFF}} / a < 0.42 \times 10^3$$

としてもよい。また、この場合は以下のようにしてもよい。

【0072】ローパスフィルターが3枚のローパスフィルターを重ね合わせたものであり、 $4 \mu\text{m} \leq a < 5 \mu\text{m}$ のとき、

$$(13-2) \quad 0.2 \times 10^3 < t_{\text{LFF}} / a < 0.28 \times 10^3$$

を満足するとよい。

【0074】また、ローパスフィルターが1枚のローパ

$$(13-3) \quad 0.1 \times 10^3 < t_{\text{LFF}} / a < 0.16 \times 10^3$$

を満足するとよい。

【0075】また、ローパスフィルターが3枚のローパ

$$(13-4) \quad 0.25 \times 10^3 < t_{\text{LFF}} / a < 0.37 \times 10^3$$

を満足するとよい。

【0076】また、ローパスフィルターが2枚のローパ

$$(13-5) \quad 0.16 \times 10^3 < t_{\text{LFF}} / a < 0.25 \times 10^3$$

を満足するとよい。また、ローパスフィルターが1枚の

$$(13-6) \quad 0.08 \times 10^3 < t_{\text{LFF}} / a < 0.14 \times 10^3$$

を満足するとよい。

【0077】画素ピッチの小さな撮像素子を使用する場合、絞り込みによる回折効果の影響で画質が劣化する。したがって、開口サイズが固定の複数の開口を有し、その中の1つを第1群の最も像側のレンズ面と第3群の最も物体側のレンズ面の間の何れかの光路内に挿入でき、かつ、他のものと交換可能とすることで、像面照度を調節することができる電子撮像装置としておき、その複数の開口の中、一部の開口内に波長 550 nm に対する透過率がそれぞれ異なりかつ 80% 未満であるような媒体を有するようにして光量調節を行なうのがよい。また、他の一部の開口内に 550 nm に対する透過率が 80% 以上とすることで光量調節を行うのがよい。

【0078】あるいは、 $a / F \text{ ナンバー} < 0.4 \mu\text{m}$ となるような F 値に相当する光量になるように調節を実施する場合は、開口内に波長 550 nm に対する透過率がそれぞれ異なりかつ 80% 未満であるような媒体を有す

12

m)となる（SQRTはスクエアルートの意味）。これは、丁度ナイキスト限界に相当する周波数においてコントラストをゼロにする仕様である。

【0070】これよりは数%乃至数十%程度薄くすると、ナイキスト限界に相当する周波数のコントラストが少し出てくるが、上記回折の影響で抑えることが可能になる。上記以外のフィルター仕様、例えば、2枚重ねあるいは1枚で実施する場合も含めて、条件(13)を満足するのがよい。上限値の 0.45×10^3 を越えると、光学的ローパスフィルターが厚すぎ薄型化の妨げになる。下限値の 0.15×10^3 を越えると、モアレ除去が不十分になる。ただし、これを実施する場合の a の条件は $5 \mu\text{m}$ 以下である。

【0071】 a が $4 \mu\text{m}$ 以下なら、より回折の影響を受けやすいので、

$$(13-1) \quad 0.3 \times 10^3 < t_{\text{LFF}} / a < 0.4 \times 10^3$$

を満足するとよい。

【0073】また、ローパスフィルターが2枚のローパスフィルターを重ね合わせたものであり、 $4 \mu\text{m} \leq a < 5 \mu\text{m}$ のとき、

スフィルターであり、 $4 \mu\text{m} \leq a < 5 \mu\text{m}$ のとき、

スフィルターを重ね合わせたものであり、 $a < 4 \mu\text{m}$ のとき、

スフィルターを重ね合わせたものであり、 $a < 4 \mu\text{m}$ のとき、

ローパスフィルターからなり、 $a < 4 \mu\text{m}$ のとき

る電子撮像装置とするのがよい。

【0079】別の言い方をすれば、ズームレンズの焦点距離と入射瞳の直径から求める F ナンバーを F_{No} 、前記開口における 550 nm における透過率を T としたときの F_{No} / T を実効 F ナンバー F_{No}' とし、電子撮像素子の水平画素ピッチを a とすると、 $F_{\text{No}}' > a / 0.4 \mu\text{m}$ となるような実効 F ナンバーに相当する光量になるように調節を実施する場合は、開口内に 550 nm に対する透過率 T が 80% 未満の媒体を備えた開口をズームレンズの光路に挿入する電子撮像装置とするのがよい。

【0080】例えば、開放値から上記条件の範囲外ではその媒体なしがあるいは波長 550 nm に対する透過率が 91% 以上のダミー媒質としておき、範囲内のときは回折の影響が出る程に開口絞り径を小さくするのではなく、NDフィルターのようなもので光量調節するのがよい。

【0081】また、その複数の開口をそれぞれ径を F 値

13

に反比例して小さくしたものにしておき、NDフィルターの代わりにそれぞれ周波数特性の異なる光学的ローパスフィルターを開口内に入れておくのでもよい。絞り込むにつれて回折劣化が大きくなるので、開口径が小さくなる程光学フィルターの周波数特性を高く設定しておく。ここで周波数特性がより高いとは、物体像の空間周波数のコントラストを他のものよりも高く保つことを意味している。別の言い方をすれば、例えば、カットオフ周波数が大きいということを意味している。

【0082】なお、本発明のズームレンズは、変倍比が2.3倍以上とすることが可能である。さらには、変倍比を2.6倍以上としたズームレンズを用いた電子撮像装置とすることができる。

【0083】

【発明の実施の形態】以下、本発明の電子撮像装置に用いられるズームレンズの実施例1～17について説明する。これらの実施例の無限遠物点合焦時の広角端でのレンズ断面図をそれぞれ図1～図17に示す。各図中、第1群はG1、第2群はG2、第3群はG3、近赤外カットフィルターはFI、3枚重ねの光学的ローパスフィルターはFL、撮像素子であるCCDのカバーガラスをCG、CCDの像面をIで示してあり、物体側から順に配置された近赤外カットフィルターFI、光学的ローパスフィルターFL、カバーガラスCGは、第3群G3と像面Iの間に固定して配置されており、近赤外カットフィルターFIと光学的ローパスフィルターFLは接合されている。なお、実施例12では、近赤外カットフィルターFIは省かれている。また、各図中、フォーカス群は、“focus”と図示され、その近距離への合焦方向が矢印で図示してある。

【0084】実施例1のズームレンズは、図1に示すように、負屈折力の第1群G1、正屈折力の第2群G2、正屈折力の第3群G3からなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、第1群G1は一旦像側へ移動しその後物体側に反転して移動し、広角端と望遠端で略同じ位置になり、第2群G2は物体側に移動し、第3群G3は像側へ若干移動し、第2群G2と第3群G3の間隔は大きくなる。そして、第3群G3を物体側に繰り出して近距離の被写体にフォーカスするようになっている。

【0085】実施例1の第1群G1は、両凹レンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとの接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2群G2は、絞りとその後に配置された両凸レンズと両凹レンズとの接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、その両凸レンズが正レンズ2a、両凹レンズが負レンズ2b、正メニスカスレンズがレンズ群2cを構成している。第3群G3は両凸レンズ1枚からなる。非球面は、第1群G1の接合レンズの最も像側の面、第2群G2の最も物体側の面と最

14

も像側の面の3面に用いられている。

【0086】実施例2のズームレンズは、図2に示すように、負屈折力の第1群G1、正屈折力の第2群G2、正屈折力の第3群G3からなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、第1群G1は一旦像側へ移動しその後物体側に反転して移動し、広角端と望遠端で略同じ位置になり、第2群G2は物体側に移動し、第3群G3は固定で、第2群G2と第3群G3の間隔は大きくなる。そして、第3群G3を物体側に繰り出して近距離の被写体にフォーカスするようになっている。

【0087】実施例2の第1群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ2枚と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2群G2は、絞りとその後に配置された両凸レンズと両凹レンズとの接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、その両凸レンズが正レンズ2a、両凹レンズが負レンズ2b、正メニスカスレンズがレンズ群2cを構成している。第3群G3は両凸レンズ1枚からなる。非球面は、第1群G1の2枚目の負メニスカスレンズの物体側の面、第2群G2の最も像側の面の2面に用いられている。

【0088】実施例3のズームレンズは、図3に示すように、負屈折力の第1群G1、正屈折力の第2群G2、正屈折力の第3群G3からなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、第1群G1は一旦像側へ移動しその後物体側に反転して移動し、広角端と望遠端で略同じ位置になり、第2群G2は物体側に移動し、第3群G3は像側へ若干移動し、第2群G2と第3群G3の間隔は大きくなる。そして、第3群G3を物体側に繰り出して近距離の被写体にフォーカスするようになっている。

【0089】実施例3の第1群G1は、両凹レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2群G2は、絞りとその後に配置された両凸レンズと両凹レンズとの接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、その両凸レンズが正レンズ2a、両凹レンズが負レンズ2b、正メニスカスレンズがレンズ群2cを構成している。第3群G3は両凸レンズ1枚からなる。非球面は、第1群G1の両凹レンズの像側の面、第2群G2の最も物体側の面と最も像側の面の3面に用いられている。

【0090】実施例4のズームレンズは、図4に示すように、負屈折力の第1群G1、正屈折力の第2群G2、正屈折力の第3群G3からなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、第1群G1は一旦像側へ移動しその後物体側に反転して移動し、広角端と望遠端で略同じ位置になり、第2群G2は物体側に移動し、第3群G3は像側へ若干移動し、第2群G2と第3群G3の間隔は大きくなる。そして、第3群G3を物体側に

15

繰り出して近距離の被写体にフォーカスするようになっている。

【0091】実施例4の第1群G1は、両凹レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2群G2は、絞りとその後に配置された両凸レンズと両凹レンズとの接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、その両凸レンズが正レンズ2a、両凹レンズが負レンズ2b、正メニスカスレンズがレンズ群2cを構成している。第3群G3は両凸レンズ1枚からなる。非球面は、第1群G1の両凹レンズの像側の面、第2群G2の最も物体側の面と最も像側の面の3面に用いられている。

【0092】実施例5のズームレンズは、図5に示すように、負屈折力の第1群G1、正屈折力の第2群G2、正屈折力の第3群G3からなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、第1群G1は一旦像側へ移動しその後物体側に反転して移動し、広角端と望遠端で略同じ位置になり、第2群G2は物体側に移動し、第3群G3は像側へ若干移動し、第2群G2と第3群G3の間隔は大きくなる。そして、第3群G3を物体側に繰り出して近距離の被写体にフォーカスするようになっている。

【0093】実施例5の第1群G1は、両凸レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2群G2は、絞りとその後に配置された両凸レンズと両凹レンズとの接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、その両凸レンズが正レンズ2a、両凹レンズが負レンズ2b、正メニスカスレンズがレンズ群2cを構成している。第3群G3は両凸レンズ1枚からなる。非球面は、第1群G1の両凸レンズの像側の面、第2群G2の最も物体側の面と最も像側の面の3面に用いられている。

【0094】実施例6のズームレンズは、図6に示すように、負屈折力の第1群G1、正屈折力の第2群G2、正屈折力の第3群G3からなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、第1群G1は一旦像側へ移動しその後物体側に反転して移動し、広角端と望遠端で略同じ位置になり、第2群G2は物体側に移動し、第3群G3は像側へ若干移動し、第2群G2と第3群G3の間隔は大きくなる。そして、第3群G3を物体側に繰り出して近距離の被写体にフォーカスするようになっている。

【0095】実施例6の第1群G1は、凸平レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2群G2は、絞りとその後に配置された両凸レンズと両凹レンズとの接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、その両凸レンズが正レンズ2a、

16

両凹レンズが負レンズ2b、正メニスカスレンズがレンズ群2cを構成している。第3群G3は両凸レンズ1枚からなる。非球面は、第1群G1の凸平レンズの像側の面、第2群G2の最も物体側の面と最も像側の面の3面に用いられている。

【0096】実施例7のズームレンズは、図7に示すように、負屈折力の第1群G1、正屈折力の第2群G2、正屈折力の第3群G3からなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、第1群G1は一旦像側へ移動しその後物体側に反転して移動し、望遠端で広角端より若干像側の位置になり、第2群G2は物体側に移動し、第3群G3は一旦物体側へ移動しその後像側に反転して移動し、第2群G2と第3群G3の間隔は大きくなる。そして、第3群G3を物体側に繰り出して近距離の被写体にフォーカスするようになっている。

【0097】実施例7の第1群G1は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2群G2は、絞りとその後に配置された凸平レンズと平凹レンズとの接合レンズと、両凸レンズとからなり、その凸平レンズが正レンズ2a、平凹レンズが負レンズ2b、両凸レンズがレンズ群2cを構成している。第3群G3は両凸レンズ1枚からなる。非球面は、第2群G2の最も物体側の面と第2群G2の最後の両凸レンズの物体側の面の2面に用いられている。

【0098】実施例8のズームレンズは、図8に示すように、負屈折力の第1群G1、正屈折力の第2群G2、正屈折力の第3群G3からなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、第1群G1は一旦像側へ移動しその後物体側に反転して移動し、望遠端で広角端より若干物体側の位置になり、第2群G2は物体側に移動し、第3群G3は一旦物体側へ移動しその後像側に反転して移動し、第2群G2と第3群G3の間隔は大きくなる。そして、第3群G3を物体側に繰り出して近距離の被写体にフォーカスするようになっている。

【0099】実施例8の第1群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2群G2は、絞りとその後に配置された物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとの接合レンズと、両凸レンズとからなり、その正メニスカスレンズが正レンズ2a、負メニスカスレンズが負レンズ2b、両凸レンズがレンズ群2cを構成している。第3群G3は両凸レンズ1枚からなる。非球面は、第1群G1の最も物体側の面、第2群G2の最も物体側の面と両凸レンズの物体側の面の3面に用いられている。

【0100】実施例9のズームレンズは、図9に示すように、負屈折力の第1群G1、正屈折力の第2群G2、正屈折力の第3群G3からなり、無限遠物点合焦時に広

17

角端から望遠端に変倍する際は、第1群G1は一旦像側へ移動しその後物体側に反転して移動し、広角端と望遠端で略同じ位置になり、第2群G2は物体側に移動し、第3群G3は一旦物体側へ移動しその後像側に反転して移動し、第2群G2と第3群G3の間隔は大きくなる。そして、第3群G3を物体側に繰り出して近距離の被写体にフォーカスするようになっている。

【0101】実施例9の第1群G1は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの接合レンズとからなり、第2群G2は、絞りとその後に配置された物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとの接合レンズと、両凸レンズとからなり、その正メニスカスレンズが正レンズ2a、負メニスカスレンズが負レンズ2b、両凸レンズがレンズ群2cを構成している。第3群G3は両凸レンズ1枚からなる。非球面は、第2群G2の最も物体側の面と両凸レンズの物体側の面の2面に用いられている。

【0102】実施例10のズームレンズは、図10に示すように、負屈折力の第1群G1、正屈折力の第2群G2、正屈折力の第3群G3からなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、第1群G1は一旦像側へ移動しその後物体側に反転して移動し、広角端と望遠端で略同じ位置になり、第2群G2は物体側に移動し、第3群G3は一旦物体側へ移動しその後像側に反転して移動し、第2群G2と第3群G3の間隔は大きくなる。そして、第3群G3を物体側に繰り出して近距離の被写体にフォーカスするようになっている。

【0103】実施例10の第1群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと、両凸レンズと両凹レンズとの接合レンズとからなり、第2群G2は、絞りとその後に配置された物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとの接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、その正メニスカスレンズが正レンズ2a、負メニスカスレンズが負レンズ2b、最後の正メニスカスレンズがレンズ群2cを構成している。第3群G3は両凸レンズ1枚からなる。非球面は、第1群G1の接合レンズの最も物体側の面、第2群G2の最も物体側の面と最も像側の面の3面に用いられている。

【0104】実施例11のズームレンズは、図11に示すように、負屈折力の第1群G1、正屈折力の第2群G2、正屈折力の第3群G3からなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、第1群G1は一旦像側へ移動しその後物体側に反転して移動し、望遠端で広角端より若干像側の位置になり、第2群G2は物体側に移動し、第3群G3は像側へ若干移動し、第2群G2と第3群G3の間隔は大きくなる。そして、第3群G3

18

を物体側に繰り出して近距離の被写体にフォーカスするようになっている。

【0105】実施例11の第1群G1は、両凸レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2群G2は、絞りとその後に配置された両凸レンズと両凹レンズとの接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、その両凸レンズが正レンズ2a、両凹レンズが負レンズ2b、正メニスカスレンズがレンズ群2cを構成している。第3群G3は両凸レンズ1枚からなる。非球面は、第2群G2の最も物体側の面と正メニスカスレンズ物体側の面の2面に用いられている。

【0106】実施例12のズームレンズは、図12に示すように、負屈折力の第1群G1、正屈折力の第2群G2、正屈折力の第3群G3からなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、第1群G1は一旦像側へ移動しその後物体側に反転して移動し、望遠端で広角端より若干像側の位置になり、第2群G2は物体側に移動し、第3群G3は像側へ若干移動し、第2群G2と第3群G3の間隔は大きくなる。そして、第3群G3を物体側に繰り出して近距離の被写体にフォーカスするようになっている。

【0107】実施例12の第1群G1は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、平凹レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2群G2は、絞りとその後に配置された両凸レンズと両凹レンズとの接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、その両凸レンズが正レンズ2a、両凹レンズが負レンズ2b、正メニスカスレンズがレンズ群2cを構成している。第3群G3は両凸レンズ1枚からなる。非球面は、第2群G2の最も物体側の面と正メニスカスレンズ像側の面の2面に用いられている。

【0108】実施例13のズームレンズは、図13に示すように、負屈折力の第1群G1、正屈折力の第2群G2、正屈折力の第3群G3からなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、第1群G1は一旦像側へ移動しその後物体側に反転して移動し、望遠端で広角端より若干像側の位置になり、第2群G2は物体側に移動し、第3群G3は一旦物体側へ移動しその後像側に反転して移動し、第2群G2と第3群G3の間隔は大きくなる。そして、第3群G3を物体側に繰り出して近距離の被写体にフォーカスするようになっている。

【0109】実施例13の第1群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2群G2は、絞りとその後に配置された物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとの接合レンズと、両凸レンズと像側に凸面

19

を向けた負メニスカスレンズとの接合レンズとからなり、その正メニスカスレンズが正レンズ 2 a、負メニスカスレンズが負レンズ 2 b、両凸レンズと負メニスカスレンズとの接合レンズがレンズ群 2 c を構成している。第 3 群 G 3 は両凸レンズ 1 枚からなる。非球面は、第 1 群 G 1 の負メニスカスレンズの像側の面、第 2 群 G 2 の 2 番目の接合レンズの最も物体側の面の 2 面に用いられている。

【0110】実施例 14 のズームレンズは、図 14 に示すように、負屈折力の第 1 群 G 1、正屈折力の第 2 群 G 2、正屈折力の第 3 群 G 3 からなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、第 1 群 G 1 は一旦像側へ移動しその後物体側に反転して移動し、望遠端で広角端より若干物体側の位置になり、第 2 群 G 2 は物体側に移動し、第 3 群 G 3 は一旦物体側へ移動しその後像側に反転して移動し、第 2 群 G 2 と第 3 群 G 3 の間隔は大きくなる。そして、第 3 群 G 3 を物体側に繰り出して近距離の被写体にフォーカスするようになっている。

【0111】実施例 14 の第 1 群 G 1 は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ 2 枚と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第 2 群 G 2 は、絞りとその後に配置された両凸レンズと、両凹レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、その両凸レンズが正レンズ 2 a、両凹レンズが負レンズ 2 b、正メニスカスレンズがレンズ群 2 c を構成している。第 3 群 G 3 は両凸レンズ 1 枚からなる。非球面は、第 1 群 G 1 の第 1 の負メニスカスレンズの像側の面、第 2 群 G 2 の正メニスカスレンズ像側の面の 2 面に用いられている。

【0112】実施例 15 のズームレンズは、図 15 に示すように、負屈折力の第 1 群 G 1、正屈折力の第 2 群 G 2、正屈折力の第 3 群 G 3 からなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、第 1 群 G 1 は一旦像側へ移動しその後物体側に反転して移動し、望遠端で広角端より若干像側の位置になり、第 2 群 G 2 は物体側に移動し、第 3 群 G 3 は一旦物体側へ移動しその後像側に反転して移動し、第 2 群 G 2 と第 3 群 G 3 の間隔は大きくなる。そして、第 3 群 G 3 を物体側に繰り出して近距離の被写体にフォーカスするようになっている。

【0113】実施例 15 の第 1 群 G 1 は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ 2 枚と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第 2 群 G 2 は、絞りとその後に配置された両凸レンズと両凹レンズとの接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの接合レンズとからなり、その両凸レンズが正レンズ 2 a、両凹レンズが負レンズ 2 b、負メニスカスレンズと正メニスカスレンズとの接合レンズがレンズ群 2 c を構成している。第 3 群 G 3 は両凸レンズ 1 枚からなる。非球面は、第 1 群 G 1 の 1 番目の負メニスカスレンズの像側の面、

20

第 2 群 G 2 の最も物体側の面と最も像側の面の 3 面に用いられている。

【0114】実施例 16 のズームレンズは、図 16 に示すように、負屈折力の第 1 群 G 1、正屈折力の第 2 群 G 2、正屈折力の第 3 群 G 3 からなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、第 1 群 G 1 は一旦像側へ移動しその後物体側に反転して移動し、望遠端で広角端より若干像側の位置になり、第 2 群 G 2 は物体側に移動し、第 3 群 G 3 は一旦物体側へ移動しその後像側に反転して移動し、第 2 群 G 2 と第 3 群 G 3 の間隔は大きくなる。そして、第 3 群 G 3 を物体側に繰り出して近距離の被写体にフォーカスするようになっている。

【0115】実施例 16 の第 1 群 G 1 は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ 2 枚と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第 2 群 G 2 は、絞りとその後に配置された両凸レンズと、両凹レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの接合レンズとからなり、その両凸レンズが正レンズ 2 a、両凹レンズが負レンズ 2 b、正メニスカスレンズがレンズ群 2 c を構成している。第 3 群 G 3 は両凸レンズ 1 枚からなる。非球面は、第 1 群 G 1 の 1 番目の負メニスカスレンズの像側の面、第 2 群 G 2 の最も物体側の面と最も像側の面の 3 面に用いられている。

【0116】実施例 17 のズームレンズは、図 17 に示すように、負屈折力の第 1 群 G 1、正屈折力の第 2 群 G 2、正屈折力の第 3 群 G 3 からなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、第 1 群 G 1 は一旦像側へ移動しその後物体側に反転して移動し、望遠端で広角端より若干像側の位置になり、第 2 群 G 2 は物体側に移動し、第 3 群 G 3 は一旦物体側へ移動しその後像側に反転して移動し、第 2 群 G 2 と第 3 群 G 3 の間隔は大きくなる。そして、第 3 群 G 3 を物体側に繰り出して近距離の被写体にフォーカスするようになっている。

【0117】実施例 17 の第 1 群 G 1 は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第 2 群 G 2 は、絞りとその後に配置された両凸レンズと両凹レンズとの接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの接合レンズとからなり、その両凸レンズが正レンズ 2 a、両凹レンズが負レンズ 2 b、負メニスカスレンズと正メニスカスレンズとの接合レンズがレンズ群 2 c を構成している。第 3 群 G 3 は両凸レンズ 1 枚からなる。非球面は、第 1 群 G 1 の負メニスカスレンズの像側の面、第 2 群 G 2 の最も物体側の面と最も像側の面の 3 面に用いられている。

【0118】以下に、上記各実施例の数値データを示すが、記号は上記の外、 f は全系焦点距離、 ω は半画角、 F_{∞} は F ナンバー、 F_B はバックフォーカス、 WE は広角端、 ST は中間状態、 TE は望遠端、 r_1 、 $r_2 \dots$ は

21

各レンズ面の曲率半径、 d_1 、 d_2 …は各レンズ面間の
間隔、 n_{d1} 、 n_{d2} …は各レンズのd線の屈折率、 ν_{d1} 、
 ν_{d2} …は各レンズのアッペ数である。なお、非球面形状
は、 x を光の進行方向を正とした光軸とし、 y を光軸と
直交する方向にとると、下記の式にて表される。

$$【0119】 x = (y^2 / r) / [1 + \{1 - (K +$$

(実施例1)

$r_1 = -299.4763$	$d_1 = 0.8000$	$n_{d1} = 1.80610$	$\nu_{d1} = 40.92$
$r_2 = 10.7304$	$d_2 = 0.8000$	$n_{d2} = 1.69350$	$\nu_{d2} = 53.21$
$r_3 = 5.0005$ (非球面)	$d_3 = 2.3163$		
$r_4 = 9.8142$	$d_4 = 1.0491$	$n_{d3} = 1.84666$	$\nu_{d3} = 23.78$
$r_5 = 24.5391$	$d_5 =$ (可変)		
$r_6 = \infty$ (絞り)	$d_6 = 1.0000$		
$r_7 = 5.1442$ (非球面)	$d_7 = 4.9417$	$n_{d4} = 1.80610$	$\nu_{d4} = 40.92$
$r_8 = -24.5946$	$d_8 = 0.5000$	$n_{d5} = 1.84666$	$\nu_{d5} = 23.78$
$r_9 = 3.5926$	$d_9 = 0.2907$		
$r_{10} = 4.2678$	$d_{10} = 1.1213$	$n_{d6} = 1.69350$	$\nu_{d6} = 53.21$
$r_{11} = 17.4260$ (非球面)	$d_{11} =$ (可変)		
$r_{12} = 32.3232$	$d_{12} = 1.3472$	$n_{d7} = 1.80610$	$\nu_{d7} = 40.92$
$r_{13} = -16.8384$	$d_{13} =$ (可変)		
$r_{14} = \infty$	$d_{14} = 0.8000$	$n_{d8} = 1.51633$	$\nu_{d8} = 64.14$
$r_{15} = \infty$	$d_{15} = 1.5000$	$n_{d9} = 1.54771$	$\nu_{d9} = 62.84$
$r_{16} = \infty$	$d_{16} = 0.8000$		
$r_{17} = \infty$	$d_{17} = 0.7500$	$n_{d10} = 1.51633$	$\nu_{d10} = 64.14$
$r_{18} = \infty$			

非球面係数

第3面

$$K = 0$$

$$A_4 = -9.7049 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 1.6918 \times 10^{-8}$$

$$A_8 = -1.9046 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 0$$

第7面

$$K = 0$$

$$A_4 = -3.2379 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -3.5165 \times 10^{-7}$$

$$A_8 = -1.0605 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 0$$

第11面

$$K = 0$$

$$A_4 = 2.0613 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 8.6770 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = 7.3857 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 0$$

ズームデータ (∞)

	WE	ST	TE
f (mm)	4.50482	8.71981	12.89361
F_{∞}	2.5014	3.5154	4.5000
ω (°)	32.1	17.9	12.3
FB (mm)	1.2022	1.2022	1.2022

22

$$1) \left\{ (y/r)^2 \right\}^{1/2} + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10}$$

ただし、 r は近軸曲率半径、 K は円錐係数、 A_4 、 A_6 、
 A_8 、 A_{10} はそれぞれ4次、6次、8次、10次の非球面
係数である。

【0120】

23			
d_5	13.21884	4.97007	2.00000
d_{11}	2.16583	7.95914	13.39659
d_{13}	0.76457	0.59671	0.59784

【0121】

(実施例 2)

$r_1 =$	124.1886	$d_1 =$	0.5000	$n_{d1} =$	1.80610	$\nu_{d1} =$	40.92
$r_2 =$	6.4891	$d_2 =$	0.2000				
$r_3 =$	8.8097 (非球面)	$d_3 =$	0.5000	$n_{d2} =$	1.69350	$\nu_{d2} =$	53.21
$r_4 =$	5.1613	$d_4 =$	1.5167				
$r_5 =$	7.8189	$d_5 =$	1.9968	$n_{d3} =$	1.84666	$\nu_{d3} =$	23.78
$r_6 =$	22.4795	$d_6 =$	(可変)				
$r_7 =$	∞ (絞り)	$d_7 =$	1.0000				
$r_8 =$	5.7490	$d_8 =$	3.2514	$n_{d4} =$	1.83400	$\nu_{d4} =$	37.16
$r_9 =$	-28.3433	$d_9 =$	0.5000	$n_{d5} =$	1.84666	$\nu_{d5} =$	23.78
$r_{10} =$	4.4271	$d_{10} =$	0.0037				
$r_{11} =$	3.8345	$d_{11} =$	2.1860	$n_{d6} =$	1.69350	$\nu_{d6} =$	53.21
$r_{12} =$	9.6822 (非球面)	$d_{12} =$	(可変)				
$r_{13} =$	28.5044	$d_{13} =$	1.6870	$n_{d7} =$	1.80610	$\nu_{d7} =$	40.92
$r_{14} =$	-18.4888	$d_{14} =$	0.5000				
$r_{15} =$	∞	$d_{15} =$	0.8000	$n_{d8} =$	1.51633	$\nu_{d8} =$	64.14
$r_{16} =$	∞	$d_{16} =$	1.5000	$n_{d9} =$	1.54771	$\nu_{d9} =$	62.84
$r_{17} =$	∞	$d_{17} =$	0.8000				
$r_{18} =$	∞	$d_{18} =$	0.7500	$n_{d10} =$	1.51633	$\nu_{d10} =$	64.14
$r_{19} =$	∞						

非球面係数

第 3 面

 $K = 0$ $A_4 = 7.1162 \times 10^{-4}$ $A_6 = 1.4779 \times 10^{-5}$ $A_8 = -6.2370 \times 10^{-8}$ $A_{10} = 2.8762 \times 10^{-8}$

第 1 2 面

 $K = 0$ $A_4 = 4.1399 \times 10^{-3}$ $A_6 = 1.4041 \times 10^{-4}$ $A_8 = 4.6776 \times 10^{-5}$ $A_{10} = -6.7224 \times 10^{-7}$ ズームデータ (∞)

	WE	ST	TE
f (mm)	4.50500	8.64043	12.89150
F_{∞}	2.5359	3.4987	4.5000
ω (°)	32.0	18.1	12.3
FB (mm)	1.2192	1.2192	1.2192
d_6	13.05471	4.91856	2.00000
d_{12}	3.13949	8.57782	14.14762

【0122】

(実施例 3)

$r_1 =$	-1.488×10^4	$d_1 =$	0.8000	$n_{d1} =$	1.69350	$\nu_{d1} =$	53.21
---------	----------------------	---------	--------	------------	---------	--------------	-------

25

$r_2 =$	9.3799 (非球面)	$d_2 =$	0.3000		
$r_3 =$	10.2288	$d_3 =$	0.8000	$n_{d2} =$	1.75700 $\nu_{d2} = 47.82$
$r_4 =$	5.3486	$d_4 =$	1.7182		
$r_5 =$	7.2124	$d_5 =$	2.0519	$n_{d3} =$	1.84666 $\nu_{d3} = 23.78$
$r_6 =$	12.3788	$d_6 =$	(可変)		
$r_7 =$	∞ (絞り)	$d_7 =$	1.0000		
$r_8 =$	4.3412 (非球面)	$d_8 =$	3.0928	$n_{d4} =$	1.80610 $\nu_{d4} = 40.92$
$r_9 =$	-175.9817	$d_9 =$	0.5000	$n_{d5} =$	1.84666 $\nu_{d5} = 23.78$
$r_{10} =$	3.5171	$d_{10} =$	0.7411		
$r_{11} =$	5.4392	$d_{11} =$	1.5159	$n_{d6} =$	1.69350 $\nu_{d6} = 53.21$
$r_{12} =$	27.1420 (非球面)	$d_{12} =$	(可変)		
$r_{13} =$	47.2987	$d_{13} =$	1.7503	$n_{d7} =$	1.80610 $\nu_{d7} = 40.92$
$r_{14} =$	-14.9152	$d_{14} =$	(可変)		
$r_{15} =$	∞	$d_{15} =$	0.8000	$n_{d8} =$	1.51633 $\nu_{d8} = 64.14$
$r_{16} =$	∞	$d_{16} =$	1.5000	$n_{d9} =$	1.54771 $\nu_{d9} = 62.84$
$r_{17} =$	∞	$d_{17} =$	0.8000		
$r_{18} =$	∞	$d_{18} =$	0.7500	$n_{d10} =$	1.51633 $\nu_{d10} = 64.14$
$r_{19} =$	∞				

非球面係数

第2面

 $K = 0$ $A_4 = -4.1467 \times 10^{-4}$ $A_6 = -4.7647 \times 10^{-6}$ $A_8 = -2.6213 \times 10^{-8}$ $A_{10} = 0$

第8面

 $K = 0$ $A_4 = -5.2950 \times 10^{-4}$ $A_6 = 1.0863 \times 10^{-7}$ $A_8 = -3.1802 \times 10^{-6}$ $A_{10} = 0$

第12面

 $K = 0$ $A_4 = 1.5348 \times 10^{-3}$ $A_6 = 8.2051 \times 10^{-5}$ $A_8 = -7.2915 \times 10^{-9}$ $A_{10} = 0$ ズームデータ (∞)

	WE	ST	TE
f (mm)	4.50832	7.73017	12.89769
F_{∞}	2.5349	3.2431	4.5000
ω (°)	32.0	20.0	12.3
FB (mm)	1.2000	1.2000	1.2000
d_6	12.95262	5.65324	2.00000
d_{12}	1.68696	5.94052	13.18015
d_{14}	1.18583	1.19589	0.57807

【0123】

(実施例4)

 $r_1 = -3.598 \times 10^4$ $d_1 = 0.8000$ $n_{d1} = 1.69350$ $\nu_{d1} = 53.21$

27

$r_2 =$	18.1592 (非球面)	$d_2 =$	0.4930		
$r_3 =$	22.4692	$d_3 =$	0.8000	$n_{d2} =$	1.74320 $\nu_{d2} =$ 49.34
$r_4 =$	5.3980	$d_4 =$	1.5765		
$r_5 =$	7.2381	$d_5 =$	1.7200	$n_{d3} =$	1.84666 $\nu_{d3} =$ 23.78
$r_6 =$	13.8584	$d_6 =$	(可変)		
$r_7 =$	∞ (絞り)	$d_7 =$	1.0000		
$r_8 =$	4.229112 (非球面)	$d_8 =$	2.9761	$n_{d4} =$	1.80610 $\nu_{d4} =$ 40.92
$r_9 =$	-1.215×10^4	$d_9 =$	0.5000	$n_{d5} =$	1.84666 $\nu_{d5} =$ 23.78
$r_{10} =$	3.2233	$d_{10} =$	0.6831		
$r_{11} =$	5.4229	$d_{11} =$	1.4251	$n_{d6} =$	1.69350 $\nu_{d6} =$ 53.21
$r_{12} =$	40.7916 (非球面)	$d_{12} =$	(可変)		
$r_{13} =$	25.5987	$d_{13} =$	1.9952	$n_{d7} =$	1.80610 $\nu_{d7} =$ 40.92
$r_{14} =$	-16.8356	$d_{14} =$	(可変)		
$r_{15} =$	∞	$d_{15} =$	0.8000	$n_{d8} =$	1.51633 $\nu_{d8} =$ 64.14
$r_{16} =$	∞	$d_{16} =$	1.5000	$n_{d9} =$	1.54771 $\nu_{d9} =$ 62.84
$r_{17} =$	∞	$d_{17} =$	0.8000		
$r_{18} =$	∞	$d_{18} =$	0.7500	$n_{d10} =$	1.51633 $\nu_{d10} =$ 64.14
$r_{19} =$	∞				

非球面係数

第2面

 $K = 0$ $A_4 = -3.1603 \times 10^{-4}$ $A_6 = -3.9521 \times 10^{-6}$ $A_8 = 6.0589 \times 10^{-8}$ $A_{10} = 0$

第8面

 $K = 0$ $A_4 = -5.1306 \times 10^{-4}$ $A_6 = 1.8480 \times 10^{-6}$ $A_8 = -4.0730 \times 10^{-6}$ $A_{10} = 0$

第12面

 $K = 0$ $A_4 = 1.0356 \times 10^{-3}$ $A_6 = 2.4472 \times 10^{-6}$ $A_8 = 4.4957 \times 10^{-9}$ $A_{10} = 0$ ズームデータ (∞)

	WE	ST	TE
f (mm)	4.52278	7.10855	13.03552
F_{∞}	2.5133	3.1531	4.5000
ω (°)	31.9	21.6	12.2
FB (mm)	1.2005	1.2005	1.2005
d_6	13.53208	7.42223	2.00000
d_{12}	2.14294	6.24423	14.00455
d_{14}	0.84554	0.45979	0.24109

【0124】

(実施例5)

 $r_1 = 2.152 \times 10^5$ $d_1 = 1.4495$ $n_{d1} = 1.69350$ $\nu_{d1} = 53.21$

29

$r_2 =$	-2.558×10^5	$d_2 =$	0.2000		
	(非球面)				
$r_3 =$	0.0973	$d_3 =$	0.8000	$n_{d2} =$	1.75700 $\nu_{d2} = 47.82$
$r_4 =$	5.0935	$d_4 =$	1.5384		
$r_5 =$	6.3074	$d_5 =$	2.2638	$n_{d3} =$	1.84666 $\nu_{d3} = 23.78$
$r_6 =$	9.3748	$d_6 =$	(可変)		
$r_7 =$	∞ (絞り)	$d_7 =$	1.0000		
$r_8 =$	4.1304 (非球面)	$d_8 =$	2.5732	$n_{d4} =$	1.80610 $\nu_{d4} = 40.92$
$r_9 =$	-11.7751	$d_9 =$	0.5000	$n_{d5} =$	1.76182 $\nu_{d5} = 26.52$
$r_{10} =$	3.1492	$d_{10} =$	0.7939		
$r_{11} =$	4.8685	$d_{11} =$	1.4660	$n_{d6} =$	1.69350 $\nu_{d6} = 53.21$
$r_{12} =$	13.7926 (非球面)	$d_{12} =$	(可変)		
$r_{13} =$	24.8420	$d_{13} =$	1.8696	$n_{d7} =$	1.78590 $\nu_{d7} = 44.20$
$r_{14} =$	-16.7264	$d_{14} =$	(可変)		
$r_{15} =$	∞	$d_{15} =$	0.8000	$n_{d8} =$	1.51633 $\nu_{d8} = 64.14$
$r_{16} =$	∞	$d_{16} =$	1.5000	$n_{d9} =$	1.54771 $\nu_{d9} = 62.84$
$r_{17} =$	∞	$d_{17} =$	0.8000		
$r_{18} =$	∞	$d_{18} =$	0.7500	$n_{d10} =$	1.51633 $\nu_{d10} = 64.14$
$r_{19} =$	∞				

非球面係数

第2面

 $K = 0$ $A_4 = -2.4509 \times 10^{-4}$ $A_6 = 1.3879 \times 10^{-6}$ $A_8 = 9.0581 \times 10^{-10}$ $A_{10} = 0$

第8面

 $K = 0$ $A_4 = -5.0677 \times 10^{-4}$ $A_6 = -3.2077 \times 10^{-5}$ $A_8 = -8.7757 \times 10^{-7}$ $A_{10} = 0$

第12面

 $K = 0$ $A_4 = 1.7107 \times 10^{-3}$ $A_6 = 1.1805 \times 10^{-7}$ $A_8 = 8.2007 \times 10^{-6}$ $A_{10} = 0$ ズームデータ (∞)

	WE	ST	TE
f (mm)	4.51447	8.62182	12.88959
F_{∞}	2.5874	3.5287	4.5000
ω (°)	32.0	18.1	12.3
FB (mm)	1.2090	1.2090	1.2090
d_6	12.81499	4.92338	2.00000
d_{12}	2.02134	7.44412	12.92512
d_{14}	0.66769	0.59868	0.58837

【0125】

(実施例6)

31

$r_1 =$	300.0000	$d_1 =$	1.5565	$n_{d1} =$	1.69350	$\nu_{d1} =$	53.21
$r_2 =$	∞ (非球面)	$d_2 =$	0.2000				
$r_3 =$	82.5564	$d_3 =$	0.8000	$n_{d2} =$	1.74320	$\nu_{d2} =$	49.34
$r_4 =$	5.1873	$d_4 =$	1.4942				
$r_5 =$	6.3281	$d_5 =$	2.2680	$n_{d3} =$	1.84666	$\nu_{d3} =$	23.78
$r_6 =$	9.2079	$d_6 =$	(可変)				
$r_7 =$	∞ (絞り)	$d_7 =$	1.0000				
$r_8 =$	4.0105 (非球面)	$d_8 =$	2.5184	$n_{d4} =$	1.80610	$\nu_{d4} =$	40.92
$r_9 =$	-11.4735	$d_9 =$	0.5000	$n_{d5} =$	1.76182	$\nu_{d5} =$	26.52
$r_{10} =$	3.0569	$d_{10} =$	0.9411				
$r_{11} =$	5.5852	$d_{11} =$	1.5226	$n_{d6} =$	1.69350	$\nu_{d6} =$	53.21
$r_{12} =$	21.9403 (非球面)	$d_{12} =$	(可変)				
$r_{13} =$	24.5302	$d_{13} =$	1.8257	$n_{d7} =$	1.78590	$\nu_{d7} =$	44.20
$r_{14} =$	-17.1746	$d_{14} =$	(可変)				
$r_{15} =$	∞	$d_{15} =$	0.8000	$n_{d8} =$	1.51633	$\nu_{d8} =$	64.14
$r_{16} =$	∞	$d_{16} =$	1.5000	$n_{d9} =$	1.54771	$\nu_{d9} =$	62.84
$r_{17} =$	∞	$d_{17} =$	0.8000				
$r_{18} =$	∞	$d_{18} =$	0.7500	$n_{d10} =$	1.51633	$\nu_{d10} =$	64.14
$r_{19} =$	∞						

非球面係数

第2面

 $K = 0$ $A_4 = -2.2492 \times 10^{-4}$ $A_6 = 1.2214 \times 10^{-6}$ $A_8 = 9.4346 \times 10^{-10}$ $A_{10} = 0$

第8面

 $K = 0$ $A_4 = -6.5411 \times 10^{-4}$ $A_6 = -2.8593 \times 10^{-5}$ $A_8 = -2.2330 \times 10^{-6}$ $A_{10} = 0$

第12面

 $K = 0$ $A_4 = 9.4936 \times 10^{-4}$ $A_6 = 1.5574 \times 10^{-5}$ $A_8 = 7.8767 \times 10^{-10}$ $A_{10} = 0$ ズームデータ (∞)

	WE	ST	TE
f (mm)	4.51498	8.60896	12.88808
F_{∞}	2.5879	3.5446	4.5000
ω ($^\circ$)	32.0	18.1	12.3
F_B (mm)	1.2088	1.2088	1.2088
d_6	12.82458	5.03634	2.00000
d_{12}	1.66703	7.33800	12.75814
d_{14}	0.84088	0.59964	0.58685

【0126】

(実施例7)

33

$r_1 =$	23.0267	$d_1 =$	2.3000	$n_{d1} =$	1.83400	$\nu_{d1} =$	37.16
$r_2 =$	61.6747	$d_2 =$	0.4000				
$r_3 =$	15.9771	$d_3 =$	0.7000	$n_{d2} =$	1.80610	$\nu_{d2} =$	40.92
$r_4 =$	5.5000	$d_4 =$	3.2000				
$r_5 =$	-71.2824	$d_5 =$	0.7000	$n_{d3} =$	1.77250	$\nu_{d3} =$	49.60
$r_6 =$	10.6103	$d_6 =$	0.5000				
$r_7 =$	8.4732	$d_7 =$	1.9000	$n_{d4} =$	1.84666	$\nu_{d4} =$	23.78
$r_8 =$	19.1024	$d_8 =$	(可変)				
$r_9 =$	∞ (絞り)	$d_9 =$	1.2000				
$r_{10} =$	4.2893 (非球面)	$d_{10} =$	2.5000	$n_{d5} =$	1.80610	$\nu_{d5} =$	40.92
$r_{11} =$	∞	$d_{11} =$	0.7000	$n_{d6} =$	1.78470	$\nu_{d6} =$	26.29
$r_{12} =$	3.2649	$d_{12} =$	0.8000				
$r_{13} =$	6.1863 (非球面)	$d_{13} =$	1.8000	$n_{d7} =$	1.69350	$\nu_{d7} =$	53.21
$r_{14} =$	-176.5384	$d_{14} =$	(可変)				
$r_{15} =$	15.9331	$d_{15} =$	2.0000	$n_{d8} =$	1.48749	$\nu_{d8} =$	70.23
$r_{16} =$	-27.9214	$d_{16} =$	(可変)				
$r_{17} =$	∞	$d_{17} =$	0.8000	$n_{d9} =$	1.51633	$\nu_{d9} =$	64.14
$r_{18} =$	∞	$d_{18} =$	1.5000	$n_{d10} =$	1.54771	$\nu_{d10} =$	62.84
$r_{19} =$	∞	$d_{19} =$	0.8000				
$r_{20} =$	∞	$d_{20} =$	0.7500	$n_{d11} =$	1.51633	$\nu_{d11} =$	64.14
$r_{21} =$	∞						

非球面係数

第 10 面

 $K = 0$ $A_4 = -3.6659 \times 10^{-4}$ $A_6 = -4.1952 \times 10^{-5}$ $A_8 = -1.6473 \times 10^{-7}$ $A_{10} = 0$

第 13 面

 $K = 0$ $A_4 = -4.8390 \times 10^{-4}$ $A_6 = -1.3717 \times 10^{-7}$ $A_8 = 8.2327 \times 10^{-6}$ $A_{10} = 0$ ズームデータ (∞)

	WE	ST	TE
f (mm)	4.50001	8.69997	12.89995
F_{∞}	2.6837	3.5405	4.4888
ω (°)	31.9	17.8	12.2
FB (mm)	1.2000	1.2000	1.2000
d_8	12.81554	4.21755	1.50000
d_{14}	2.47460	6.96240	12.52366
d_{16}	0.88665	1.49525	1.37807

【0127】

(実施例 8)

$r_1 =$	20.9239 (非球面)	$d_1 =$	0.5000	$n_{d1} =$	1.69350	$\nu_{d1} =$	53.21
$r_2 =$	4.8243	$d_2 =$	3.5000				
$r_3 =$	6.2574	$d_3 =$	1.7050	$n_{d2} =$	1.84666	$\nu_{d2} =$	23.78
$r_4 =$	6.9719	$d_4 =$	(可変)				

35

$r_5 = \infty$ (絞り)	$d_5 = 1.2000$		
$r_6 = 4.4208$ (非球面)	$d_6 = 1.9988$	$n_{d3} = 1.80610$	$\nu_{d3} = 40.92$
$r_7 = 50.0000$	$d_7 = 0.5000$	$n_{d4} = 1.80518$	$\nu_{d4} = 25.42$
$r_8 = 3.8298$	$d_8 = 0.5000$		
$r_9 = 10.5816$ (非球面)	$d_9 = 1.5384$	$n_{d5} = 1.69350$	$\nu_{d5} = 53.21$
$r_{10} = -29.2700$	$d_{10} =$ (可変)		
$r_{11} = 10.3884$	$d_{11} = 2.4081$	$n_{d6} = 1.48749$	$\nu_{d6} = 70.23$
$r_{12} = -26.9384$	$d_{12} =$ (可変)		
$r_{13} = \infty$	$d_{13} = 0.8000$	$n_{d7} = 1.51633$	$\nu_{d7} = 64.14$
$r_{14} = \infty$	$d_{14} = 1.5000$	$n_{d8} = 1.54771$	$\nu_{d8} = 62.84$
$r_{15} = \infty$	$d_{15} = 0.8000$		
$r_{16} = \infty$	$d_{16} = 0.7500$	$n_{d9} = 1.51633$	$\nu_{d9} = 64.14$
$r_{17} = \infty$			

非球面係数

第1面

 $K = 0$ $A_4 = 3.3003 \times 10^{-4}$ $A_6 = -8.0541 \times 10^{-7}$ $A_8 = 1.0236 \times 10^{-7}$ $A_{10} = 0$

第6面

 $K = 0$ $A_4 = -3.2647 \times 10^{-4}$ $A_6 = -2.0657 \times 10^{-5}$ $A_8 = -1.2929 \times 10^{-6}$ $A_{10} = 0$

第9面

 $K = 0$ $A_4 = -4.6010 \times 10^{-4}$ $A_8 = 2.1198 \times 10^{-6}$ $A_{10} = 0$ ズームデータ (∞)

	WE	ST	TE
f (mm)	4.50050	8.68964	12.89995
F_{∞}	2.5948	3.4651	4.5341
ω ($^\circ$)	29.1	16.1	11.0
FB (mm)	1.2092	1.2092	1.2092
d_4	12.53354	3.58255	1.50000
d_{10}	2.53628	8.42336	16.33318
d_{12}	1.50721	2.01017	0.95839

【0128】

(実施例9)

$r_1 = 11.7272$	$d_1 = 1.7000$	$n_{d1} = 1.74100$	$\nu_{d1} = 52.64$
$r_2 = 25.6361$	$d_2 = 0.2000$		
$r_3 = 10.1939$	$d_3 = 0.7000$	$n_{d2} = 1.83400$	$\nu_{d2} = 37.16$
$r_4 = 3.9946$	$d_4 = 2.6000$		
$r_5 = -13.0723$	$d_5 = 0.7000$	$n_{d3} = 1.51633$	$\nu_{d3} = 64.14$
$r_6 = 4.5840$	$d_6 = 2.4000$	$n_{d4} = 1.80100$	$\nu_{d4} = 34.97$
$r_7 = 18.7848$	$d_7 =$ (可変)		

37

$r_8 =$	∞ (絞り)	$d_8 =$	0.8000		
$r_9 =$	3.4629 (非球面)	$d_9 =$	1.9988	$n_{d5} = 1.80610$	$\nu_{d5} = 40.92$
$r_{10} =$	9.4000	$d_{10} =$	0.5000	$n_{d6} = 1.84666$	$\nu_{d6} = 23.78$
$r_{11} =$	2.6853	$d_{11} =$	1.0000		
$r_{12} =$	6.7541 (非球面)	$d_{12} =$	1.5384	$n_{d7} = 1.69350$	$\nu_{d7} = 53.21$
$r_{13} =$	-20.9589	$d_{13} =$	(可変)		
$r_{14} =$	92.5426	$d_{14} =$	1.7000	$n_{d8} = 1.48749$	$\nu_{d8} = 70.23$
$r_{15} =$	-17.7158	$d_{15} =$	(可変)		
$r_{16} =$	∞	$d_{16} =$	0.8000	$n_{d9} = 1.51633$	$\nu_{d9} = 64.14$
$r_{17} =$	∞	$d_{17} =$	1.5000	$n_{d10} = 1.54771$	$\nu_{d10} = 62.84$
$r_{18} =$	∞	$d_{18} =$	0.8000		
$r_{19} =$	∞	$d_{19} =$	0.7500	$n_{d11} = 1.51633$	$\nu_{d11} = 64.14$
$r_{20} =$	∞				

非球面係数

第9面

 $K = 0$ $A_4 = -1.2756 \times 10^{-3}$ $A_6 = 8.5469 \times 10^{-5}$ $A_8 = -2.1534 \times 10^{-5}$ $A_{10} = 0$

第12面

 $K = 0$ $A_4 = 9.1402 \times 10^{-4}$ $A_6 = -3.4104 \times 10^{-4}$ $A_8 = 7.3193 \times 10^{-5}$ $A_{10} = 0$ ズームデータ (∞)

	WE	ST	TE
f (mm)	5.09894	8.67651	14.91184
F_{x0}	2.6703	3.1805	4.5238
ω ($^\circ$)	26.1	16.1	9.5
FB (mm)	1.2024	1.2024	1.2024
d_7	11.75854	4.46115	1.50000
d_{13}	3.55591	4.48388	14.04430
d_{15}	1.00000	3.41211	1.00000

【0129】

(実施例10)

$r_1 =$	7.8483	$d_1 =$	0.7000	$n_{d1} = 1.77250$	$\nu_{d1} = 49.60$
$r_2 =$	4.4897	$d_2 =$	3.0000		
$r_3 =$	-23.1590	$d_3 =$	0.7000	$n_{d2} = 1.77250$	$\nu_{d2} = 49.60$
$r_4 =$	17.2403	$d_4 =$	0.2000		
$r_5 =$	11.6625 (非球面)	$d_5 =$	2.4000	$n_{d3} = 1.80610$	$\nu_{d3} = 40.92$
$r_6 =$	-23.7103	$d_6 =$	0.7000	$n_{d4} = 1.48749$	$\nu_{d4} = 70.23$
$r_7 =$	31.9693	$d_7 =$	(可変)		
$r_8 =$	∞ (絞り)	$d_8 =$	0.8000		
$r_9 =$	3.9499 (非球面)	$d_9 =$	1.9988	$n_{d5} = 1.80610$	$\nu_{d5} = 40.92$
$r_{10} =$	6.9960	$d_{10} =$	0.5000	$n_{d6} = 1.84666$	$\nu_{d6} = 23.78$
$r_{11} =$	2.9591	$d_{11} =$	0.4000		
$r_{12} =$	3.2957	$d_{12} =$	1.5384	$n_{d7} = 1.69350$	$\nu_{d7} = 53.21$

39

$r_{13} =$	6.5982 (非球面)	$d_{13} =$	(可変)		
$r_{14} =$	23.1151	$d_{14} =$	2.4081	$n_{d8} = 1.48749$	$\nu_{d8} = 70.23$
$r_{15} =$	-12.5018	$d_{15} =$	(可変)		
$r_{16} =$	∞	$d_{16} =$	0.8000	$n_{d9} = 1.51633$	$\nu_{d9} = 64.14$
$r_{17} =$	∞	$d_{17} =$	1.5000	$n_{d10} = 1.54771$	$\nu_{d10} = 62.84$
$r_{18} =$	∞	$d_{18} =$	0.8000		
$r_{19} =$	∞	$d_{19} =$	0.7500	$n_{d11} = 1.51633$	$\nu_{d11} = 64.14$
$r_{20} =$	∞				

非球面係数

第5面

 $K = 0$ $A_4 = 3.7332 \times 10^{-4}$ $A_6 = -4.9736 \times 10^{-6}$ $A_8 = 3.5436 \times 10^{-7}$ $A_{10} = 0$

第9面

 $K = 0$ $A_4 = -2.1597 \times 10^{-4}$ $A_6 = 3.7263 \times 10^{-5}$ $A_8 = -5.1843 \times 10^{-6}$ $A_{10} = 0$

第13面

 $K = 0$ $A_4 = 4.4364 \times 10^{-3}$ $A_6 = 5.7596 \times 10^{-4}$ $A_8 = 1.6510 \times 10^{-6}$ $A_{10} = 0$ ズームデータ (∞)

	WE	ST	TE
f (mm)	5.13995	8.70063	14.92346
F_{No}	2.5350	2.9786	4.5450
ω (°)	28.8	18.0	10.7
FB (mm)	1.1864	1.1864	1.1864
d_7	13.42993	3.89672	1.50000
d_{13}	3.14297	4.00000	15.13969
d_{15}	1.00000	3.21932	1.00000

【0130】

(実施例11)

$r_1 =$	55.0608	$d_1 =$	1.4800	$n_{d1} = 1.84666$	$\nu_{d1} = 23.78$
$r_2 =$	-210.3988	$d_2 =$	0.1500		
$r_3 =$	58.5014	$d_3 =$	0.7000	$n_{d2} = 1.80610$	$\nu_{d2} = 40.92$
$r_4 =$	6.9103	$d_4 =$	2.1504		
$r_5 =$	-3.974×10^6	$d_5 =$	0.7000	$n_{d3} = 1.77250$	$\nu_{d3} = 49.60$
$r_6 =$	22.4439	$d_6 =$	0.1500		
$r_7 =$	9.2836	$d_7 =$	1.6800	$n_{d4} = 1.84666$	$\nu_{d4} = 23.78$
$r_8 =$	17.7842	$d_8 =$	(可変)		
$r_9 =$	∞ (絞り)	$d_9 =$	0.8000		
$r_{10} =$	4.2409 (非球面)	$d_{10} =$	2.9000	$n_{d5} = 1.80610$	$\nu_{d5} = 40.92$
$r_{11} =$	-1.524×10^7	$d_{11} =$	0.7000	$n_{d6} = 1.84666$	$\nu_{d6} = 23.78$

41			
$r_{12}=$	3.1782	$d_{12}=$	0.8605
$r_{13}=$	6.0183 (非球面)	$d_{13}=$	1.6600 $n_{d7}=1.80610$ $\nu_{d7}=40.92$
$r_{14}=$	34.6909	$d_{14}=$	(可変)
$r_{15}=$	34.2725	$d_{15}=$	1.9300 $n_{d8}=1.72916$ $\nu_{d8}=54.68$
$r_{16}=$	-15.9762	$d_{16}=$	(可変)
$r_{17}=$	∞	$d_{17}=$	0.0100 $n_{d9}=1.51633$ $\nu_{d9}=64.14$
$r_{18}=$	∞	$d_{18}=$	1.4400 $n_{d10}=1.54771$ $\nu_{d10}=62.84$
$r_{19}=$	∞	$d_{19}=$	0.8000
$r_{20}=$	∞	$d_{20}=$	0.8000 $n_{d11}=1.51633$ $\nu_{d11}=64.14$
$r_{21}=$	∞		

非球面係数

第10面

 $K = 0$ $A_4 = -4.0241 \times 10^{-4}$ $A_6 = -2.3596 \times 10^{-5}$ $A_8 = -1.8718 \times 10^{-6}$ $A_{10} = 0$

第13面

 $K = 0$ $A_4 = -6.4358 \times 10^{-4}$ $A_6 = 5.1034 \times 10^{-6}$ $A_8 = 5.9906 \times 10^{-6}$ $A_{10} = 0$

	WE	ST	TE
f (mm)	5.09990	9.78208	14.70617
F_{No}	2.5214	3.5598	4.5000
ω (°)	28.9	16.1	10.9
FB (mm)	1.0313	1.0313	1.0313
d_8	13.84782	5.58395	1.90000
d_{14}	1.91123	8.49778	13.77965
d_{16}	1.89120	1.00000	1.00000

【0131】

(実施例12)

$r_1 =$	28.2152	$d_1 =$	2.1000	$n_{d1} = 1.83400$	$\nu_{d1} = 37.16$
$r_2 =$	157.3993	$d_2 =$	0.2000		
$r_3 =$	34.3744	$d_3 =$	0.7000	$n_{d2} = 1.78590$	$\nu_{d2} = 44.20$
$r_4 =$	6.0000	$d_4 =$	2.6000		
$r_5 =$	∞	$d_5 =$	0.7000	$n_{d3} = 1.77250$	$\nu_{d3} = 49.60$
$r_6 =$	20.7013	$d_6 =$	0.2000		
$r_7 =$	8.1749	$d_7 =$	1.7800	$n_{d4} = 1.84666$	$\nu_{d4} = 23.78$
$r_8 =$	13.6341	$d_8 =$	(可変)		
$r_9 =$	∞ (絞り)	$d_9 =$	0.8000		
$r_{10} =$	4.3541 (非球面)	$d_{10} =$	2.7500	$n_{d5} = 1.80610$	$\nu_{d5} = 40.92$
$r_{11} =$	-50.0000	$d_{11} =$	0.7000	$n_{d6} = 1.78472$	$\nu_{d6} = 25.68$
$r_{12} =$	3.2481	$d_{12} =$	0.9550		
$r_{13} =$	4.5965	$d_{13} =$	1.7000	$n_{d7} = 1.69350$	$\nu_{d7} = 53.21$
$r_{14} =$	12.3613 (非球面)	$d_{14} =$	(可変)		
$r_{15} =$	30.1243	$d_{15} =$	2.1000	$n_{d8} = 1.72916$	$\nu_{d8} = 54.68$
$r_{16} =$	-17.4688	$d_{16} =$	(可変)		

43

$r_{17} =$	∞	$d_{17} =$	1.4400	$n_{d9} =$	1.54771	$\nu_{d9} =$	62.84
$r_{18} =$	∞	$d_{18} =$	0.8000				
$r_{19} =$	∞	$d_{19} =$	0.8000	$n_{d10} =$	1.51633	$\nu_{d10} =$	64.14
$r_{20} =$	∞						

非球面係数

第10面

 $K = 0$ $A_4 = -3.8980 \times 10^{-4}$ $A_6 = -1.1989 \times 10^{-5}$ $A_8 = -2.0218 \times 10^{-6}$ $A_{10} = 0$

第14面

 $K = 0$ $A_4 = 1.8641 \times 10^{-3}$ $A_6 = 6.5713 \times 10^{-5}$ $A_8 = -1.7732 \times 10^{-8}$ $A_{10} = 0$ ズームデータ (∞)

	WE	ST	TE
f (mm)	5.10002	8.69938	14.69900
F_{No}	2.5634	3.3520	4.5553
ω (°)	28.9	18.0	10.9
FB (mm)	0.9600	0.9600	0.9600
d_8	13.85112	6.66139	2.00000
d_{14}	1.88570	6.75477	13.41891
d_{16}	1.78523	1.24854	1.12626

【0132】

(実施例13)

$r_1 =$	12.6404	$d_1 =$	0.7000	$n_{d1} =$	1.80610	$\nu_{d1} =$	40.92
$r_2 =$	5.3585 (非球面)	$d_2 =$	1.8000				
$r_3 =$	-1052.2383	$d_3 =$	0.7000	$n_{d2} =$	1.83400	$\nu_{d2} =$	37.16
$r_4 =$	10.1978	$d_4 =$	0.8000				
$r_5 =$	9.5874	$d_5 =$	1.8000	$n_{d3} =$	1.84666	$\nu_{d3} =$	23.78
$r_6 =$	78.2817	$d_6 =$	(可変)				
$r_7 =$	∞ (絞り)	$d_7 =$	1.2000				
$r_8 =$	4.6302	$d_8 =$	2.5000	$n_{d4} =$	1.80610	$\nu_{d4} =$	40.92
$r_9 =$	45.0000	$d_9 =$	0.7000	$n_{d5} =$	1.84666	$\nu_{d5} =$	23.78
$r_{10} =$	4.6040	$d_{10} =$	0.5000				
$r_{11} =$	9.9218 (非球面)	$d_{11} =$	2.0000	$n_{d6} =$	1.69350	$\nu_{d6} =$	53.21
$r_{12} =$	-10.0000	$d_{12} =$	0.7000	$n_{d7} =$	1.83400	$\nu_{d7} =$	37.16
$r_{13} =$	-165.7669	$d_{13} =$	(可変)				
$r_{14} =$	9.9392	$d_{14} =$	1.8000	$n_{d8} =$	1.60311	$\nu_{d8} =$	60.64
$r_{15} =$	-128.8622	$d_{15} =$	(可変)				
$r_{16} =$	∞	$d_{16} =$	0.8000	$n_{d9} =$	1.51633	$\nu_{d9} =$	64.14
$r_{17} =$	∞	$d_{17} =$	1.5000	$n_{d10} =$	1.54771	$\nu_{d10} =$	62.84
$r_{18} =$	∞	$d_{18} =$	0.8000				
$r_{19} =$	∞	$d_{19} =$	0.7500	$n_{d11} =$	1.51633	$\nu_{d11} =$	64.14
$r_{20} =$	∞						

非球面係数

45

第2面

 $K = 0$ $A_4 = -3.6379 \times 10^{-4}$ $A_6 = 1.7551 \times 10^{-5}$ $A_8 = -1.2517 \times 10^{-6}$ $A_{10} = 0$

第11面

 $K = 0$ $A_4 = -2.3148 \times 10^{-3}$ $A_6 = -1.0121 \times 10^{-4}$ $A_8 = -1.9212 \times 10^{-5}$ $A_{10} = 0$ ズームデータ (∞)

	WE	ST	TE
f (mm)	4.49468	8.69002	12.90381
F_{∞}	2.6082	3.4008	4.4891
ω (°)	29.1	16.1	11.0
FB (mm)	1.2101	1.2101	1.2101
d_6	14.27434	3.90534	1.50000
d_{13}	2.53628	7.27318	14.59773
d_{15}	0.92173	1.80916	1.00286

【0133】

(実施例14)

$r_1 = 12.0734$	$d_1 = 0.7000$	$n_{d1} = 1.78590$	$\nu_{d1} = 44.20$
$r_2 = 5.1454$ (非球面)	$d_2 = 1.8000$		
$r_3 = 32.6348$	$d_3 = 0.7000$	$n_{d2} = 1.78590$	$\nu_{d2} = 44.20$
$r_4 = 7.1978$	$d_4 = 0.8000$		
$r_5 = 7.2194$	$d_5 = 1.8000$	$n_{d3} = 1.84666$	$\nu_{d3} = 23.78$
$r_6 = 17.2322$	$d_6 =$ (可変)		
$r_7 = \infty$ (絞り)	$d_7 = 1.2000$		
$r_8 = 5.5218$	$d_8 = 3.0000$	$n_{d4} = 1.77250$	$\nu_{d4} = 49.60$
$r_9 = -14.5871$	$d_9 = 0.2000$		
$r_{10} = -10.6445$	$d_{10} = 0.7000$	$n_{d5} = 1.84666$	$\nu_{d5} = 23.78$
$r_{11} = 16.3389$	$d_{11} = 0.7000$		
$r_{12} = 18.1849$	$d_{12} = 1.6000$	$n_{d6} = 1.69350$	$\nu_{d6} = 53.21$
$r_{13} = 36.1930$ (非球面)	$d_{13} =$ (可変)		
$r_{14} = 14.4210$	$d_{14} = 1.8000$	$n_{d7} = 1.60311$	$\nu_{d7} = 60.64$
$r_{15} = -33.5831$	$d_{15} =$ (可変)		
$r_{16} = \infty$	$d_{16} = 0.8000$	$n_{d8} = 1.51633$	$\nu_{d8} = 64.14$
$r_{17} = \infty$	$d_{17} = 1.5000$	$n_{d9} = 1.54771$	$\nu_{d9} = 62.84$
$r_{18} = \infty$	$d_{18} = 0.8000$		
$r_{19} = \infty$	$d_{19} = 0.7500$	$n_{d10} = 1.51633$	$\nu_{d10} = 64.14$
$r_{20} = \infty$			

非球面係数

第2面

 $K = 0$ $A_4 = -4.0112 \times 10^{-4}$ $A_6 = 2.0947 \times 10^{-5}$ $A_8 = -1.4672 \times 10^{-6}$

47

 $A_{10} = 0$

第 13 面

 $K = 0$ $A_4 = 2.2371 \times 10^{-3}$ $A_6 = 5.3785 \times 10^{-5}$ $A_8 = 8.2914 \times 10^{-6}$ $A_{10} = 0$ ズームデータ (∞)

	WE	ST	TE
f (mm)	4.50022	8.68802	12.89916
F_{No}	2.5959	3.4326	4.5355
ω (°)	29.1	16.1	11.0
FB (mm)	1.2095	1.2095	1.2095
d_6	11.49994	3.44847	1.50000
d_{13}	2.53628	7.27553	14.45109
d_{15}	0.92173	1.87176	0.98646

【0134】

(実施例 15)

$r_1 = 35.3386$	$d_1 = 0.7000$	$n_{d1} = 1.80610$	$\nu_{d1} = 40.92$
$r_2 = 7.9569$ (非球面)	$d_2 = 0.5000$		
$r_3 = 12.9234$	$d_3 = 0.7000$	$n_{d2} = 1.80610$	$\nu_{d2} = 40.92$
$r_4 = 5.6199$	$d_4 = 1.3000$		
$r_5 = 7.6443$	$d_5 = 1.8000$	$n_{d3} = 1.84666$	$\nu_{d3} = 23.78$
$r_6 = 20.9906$	$d_6 =$ (可変)		
$r_7 = \infty$ (絞り)	$d_7 = 1.2000$		
$r_8 = 6.1200$ (非球面)	$d_8 = 2.5000$	$n_{d4} = 1.80610$	$\nu_{d4} = 40.92$
$r_9 = -12.0000$	$d_9 = 0.7000$	$n_{d5} = 1.80518$	$\nu_{d5} = 25.42$
$r_{10} = 10.6145$	$d_{10} = 0.5000$		
$r_{11} = 12.5527$	$d_{11} = 0.7000$	$n_{d6} = 1.80100$	$\nu_{d6} = 34.97$
$r_{12} = 5.4000$	$d_{12} = 2.0000$	$n_{d7} = 1.69350$	$\nu_{d7} = 53.21$
$r_{13} = 26.5712$ (非球面)	$d_{13} =$ (可変)		
$r_{14} = 13.7480$	$d_{14} = 1.8000$	$n_{d8} = 1.60311$	$\nu_{d8} = 60.64$
$r_{15} = -31.8437$	$d_{15} =$ (可変)		
$r_{16} = \infty$	$d_{16} = 0.8000$	$n_{d9} = 1.51633$	$\nu_{d9} = 64.14$
$r_{17} = \infty$	$d_{17} = 1.5000$	$n_{d10} = 1.54771$	$\nu_{d10} = 62.84$
$r_{18} = \infty$	$d_{18} = 0.8000$		
$r_{19} = \infty$	$d_{19} = 0.7500$	$n_{d11} = 1.51633$	$\nu_{d11} = 64.14$
$r_{20} = \infty$			

非球面係数

第 2 面

 $K = 0$ $A_4 = -3.6019 \times 10^{-4}$ $A_6 = -2.9205 \times 10^{-6}$ $A_8 = -1.7745 \times 10^{-7}$ $A_{10} = 0$

第 8 面

 $K = 0$ $A_4 = -6.7970 \times 10^{-5}$ $A_6 = 3.2948 \times 10^{-6}$

49

$$A_8 = -8.4365 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 0$$

第 13 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 1.6571 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 5.7013 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = 1.8429 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 0$$

ズームデータ (∞)

	WE	ST	TE
f (mm)	4.50018	8.68952	12.89980
F _{NO}	2.6082	3.4008	4.4891
ω (°)	29.1	16.1	11.0
FB (mm)	1.2099	1.2099	1.2099
d ₆	15.08390	4.40851	1.50000
d ₁₃	2.53628	6.90868	13.07068
d ₁₅	0.92173	1.55996	0.99972

【0135】

(実施例 16)

r ₁ = 10.6805	d ₁ = 0.7000	n _{d1} = 1.80610	ν_{d1} = 40.92
r ₂ = 5.3858 (非球面)	d ₂ = 2.0000		
r ₃ = 53.1437	d ₃ = 0.7000	n _{d2} = 1.77250	ν_{d2} = 49.60
r ₄ = 9.7714	d ₄ = 0.6000		
r ₅ = 7.5402	d ₅ = 1.8000	n _{d3} = 1.84666	ν_{d3} = 23.78
r ₆ = 14.1942	d ₆ = (可変)		
r ₇ = ∞ (絞り)	d ₇ = 1.2000		
r ₈ = 4.9282 (非球面)	d ₈ = 2.5000	n _{d4} = 1.80610	ν_{d4} = 40.92
r ₉ = -97.2877	d ₉ = 0.2000		
r ₁₀ = -10.3515	d ₁₀ = 0.7000	n _{d5} = 1.84666	ν_{d5} = 23.78
r ₁₁ = 9.5288	d ₁₁ = 2.0000	n _{d6} = 1.69350	ν_{d6} = 53.21
r ₁₂ = 486.8769 (非球面)	d ₁₂ = (可変)		
r ₁₃ = 19.3730	d ₁₃ = 1.8000	n _{d7} = 1.60311	ν_{d7} = 60.64
r ₁₄ = -15.6402	d ₁₄ = (可変)		
r ₁₅ = ∞	d ₁₅ = 0.8000	n _{d8} = 1.51633	ν_{d8} = 64.14
r ₁₆ = ∞	d ₁₆ = 1.5000	n _{d9} = 1.54771	ν_{d9} = 62.84
r ₁₇ = ∞	d ₁₇ = 0.8000		
r ₁₈ = ∞	d ₁₈ = 0.7500	n _{d10} = 1.51633	$\nu_{d10} = 64.14$
r ₁₉ = ∞			

非球面係数

第 2 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -2.6043 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 1.7480 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -8.2296 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 0$$

第 8 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 4.6735 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 5.7258 \times 10^{-6}$$

51

$$A_8 = 3.2901 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 0$$

第 1 2 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 3.7339 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -3.6398 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = 4.5323 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = 0$$

ズームデータ (∞)

	WE	ST	TE
f (mm)	4.50325	8.68909	12.89876
F _{NO}	2.4094	3.2779	4.3298
ω (°)	29.0	16.1	11.0
FB (mm)	1.2089	1.2089	1.2089
d ₆	13.28426	3.96560	1.50000
d ₁₂	2.53628	7.09770	13.37693
d ₁₄	0.92173	1.54147	0.98679

【0136】

(実施例 17)

r ₁ = 88.1913	d ₁ = 0.7000	n _{d1} = 1.77250	ν_{d1} = 49.60
r ₂ = 4.6149 (非球面)	d ₂ = 2.0000		
r ₃ = 8.1050	d ₃ = 1.8000	n _{d2} = 1.84666	ν_{d2} = 23.78
r ₄ = 16.5728	d ₄ = (可変)		
r ₅ = ∞ (絞り)	d ₅ = 1.2000		
r ₆ = 5.7305 (非球面)	d ₆ = 2.5000	n _{d3} = 1.80610	ν_{d3} = 40.92
r ₇ = -12.0000	d ₇ = 0.7000	n _{d4} = 1.84666	ν_{d4} = 23.78
r ₈ = 12.1053	d ₈ = 0.5000		
r ₉ = 11.4889	d ₉ = 0.7000	n _{d5} = 1.80100	ν_{d5} = 34.97
r ₁₀ = 5.4000	d ₁₀ = 2.0000	n _{d6} = 1.69350	ν_{d6} = 53.21
r ₁₁ = 16.7663 (非球面)	d ₁₁ = (可変)		
r ₁₂ = 38.7731	d ₁₂ = 1.8000	n _{d7} = 1.65844	ν_{d7} = 50.88
r ₁₃ = -15.0285	d ₁₃ = (可変)		
r ₁₄ = ∞	d ₁₄ = 0.8000	n _{d8} = 1.51633	ν_{d8} = 64.14
r ₁₅ = ∞	d ₁₅ = 1.5000	n _{d9} = 1.54771	ν_{d9} = 62.84
r ₁₆ = ∞	d ₁₆ = 0.8000		
r ₁₇ = ∞	d ₁₇ = 0.7500	n _{d10} = 1.51633	ν_{d10} = 64.14
r ₁₈ = ∞			

非球面係数

第 2 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -1.0782 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 2.8661 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -4.2769 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 0$$

第 6 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -2.4989 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = -1.3301 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = 4.1349 \times 10^{-7}$$

53
 $A_{10} = 0$
 第 11 面
 $K = 0$
 $A_4 = 2.7617 \times 10^{-3}$
 $A_6 = -4.5942 \times 10^{-5}$
 $A_8 = 2.1334 \times 10^{-5}$
 $A_{10} = 0$
 ズームデータ (∞)

	WE	ST	TE
f (mm)	4.51347	8.68762	12.89665
F_{∞}	2.6082	3.4008	4.4891
ω (°)	29.0	16.1	11.0
d_6	12.59150	3.96970	1.50000
d_{12}	2.53628	7.22258	13.31431
d_{14}	0.92173	1.50740	0.99736

【0137】以上の実施例 1 の無限遠フォーカス時の収差図を図 18 に示す。この収差図において、(a) は広角端、(b) は中間状態、(c) は望遠端における球面収差 SA、非点収差 AS、歪曲収差 DT、倍率色収差 C

C を示す。ただし、図中、“FIY” は像高を表している。

【0138】次に、上記各実施例における条件式(1)～(13)、(a)、(b) の値を以下に示す。

条件式	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5
(1)	0.0730	0.0842	0.0855	0.0895	0.0938
(2)	0.7239	0.7545	0.5554	0.5912	0.4022
(3)	0	0	0	0	0
(4)	-1.6487	-2.3115	-1.5012	-1.3066	-2.0910
(5)	0.3150	0.2131	0.5205	0.2065	0.1952
(6)	-0.8779	-0.9081	-0.9907	-0.9998	-0.8315
(7)	-0.0150	0.0363	-0.0003	-0.0001	***
(8)	0.5142	0.3367	0.3811	0.3486	***
(9)	***	***	***	***	***
(10)	***	***	***	***	0.0000
(11)	0.8804	0.8357	1.0053	0.9556	1.1085
	(L=5.64)	(L=5.64)	(L=5.64)	(L=5.64)	(L=5.64)
(12)	1.2152	1.0534	1.0372	1.0099	0.9456
	(L=5.64)	(L=5.64)	(L=5.64)	(L=5.64)	(L=5.64)
(13) $\times 10^{-3}$	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333
(a は μm)	(a=3.0)	(a=3.0)	(a=3.0)	(a=3.0)	(a=3.0)
(a)	1.6439	1.6756	1.5643	1.5400	1.6672
(b)	2.2668	2.2257	2.2667	2.3526	2.1924

条件式	実施例 6	実施例 7	実施例 8	実施例 9	実施例 10
(1)	0.0912	0.1207	0.1102	0.0993	0.1127
(2)	0.3820	0.6149	0.5182	0.7845	1.0917
(3)	0	0	0	0	0
(4)	-1.6830	-0.9323	-0.4689	-0.5126	-2.9959
(5)	0.1764	-0.2734	-0.4434	0.6786	0.3510
(6)	-0.8322	-1	-1.0241	-1.2037	-1.4572
(7)	***	***	0.2151	***	***
(8)	***	***	0.7777	***	***
(9)	***	0.9821	***	0.7989	***

(10)	0.01044	***	***	***	***
(11)	1.1203	1.7321	1.0000	1.6600	1.3652
	(L=5.64)	(L=5.6)	(L=5.0)	(L=5.0)	(L=5.64)
(12)	0.9726	1.0357	0.9074	1.0074	0.7867
	(L=5.64)	(L=5.6)	(L=5.0)	(L=5.0)	(L=5.64)
(13) × 10 ⁻³	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333
(aは μ m)	(a=3.0)	(a=3.0)	(a=3.0)	(a=3.0)	(a=3.0)
(a)	1.6257	1.6976	1.7299	1.7290	1.7056
(b)	2.2145	2.1761	2.4925	1.8077	2.0835
。					
条件式	実施例11	実施例12	実施例13	実施例14	実施例15
(1)	0.1144	0.1147	0.1094	0.1452	0.1094
(2)	0.5975	0.5250	0.3833	0.1091	0.1088
(3)	0	0	0	0	0
(4)	-1.4198	-2.1839	-0.8871	-3.0196	-2.7909
(5)	0.3641	0.2659	-0.8568	-0.3992	0.3969
(6)	-1	-0.9565	-1.0012	***	-5.2936
(7)	***	***	0.3556	0.3727	0.1273
(8)	***	***	0.1780	0.1778	0.2889
(9)	1.2252	1.0638	***	***	***
(10)	***	***	***	***	***
(11)	1.2430	1.4681	1.1600	1.1600	1.0000
	(L=5.64)	(L=5.64)	(L=5.0)	(L=5.0)	(L=5.0)
(12)	1.0852	1.0824	1.2800	1.2400	1.2800
	(L=5.64)	(L=5.64)	(L=5.0)	(L=5.0)	(L=5.0)
(13) × 10 ⁻³	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333
(aは μ m)	(a=3.0)	(a=3.0)	(a=3.0)	(a=3.0)	(a=3.0)
(a)	1.4670	1.5144	1.6684	1.8643	1.50981
(b)	2.1071	2.0657	2.5012	2.2008	2.4139
。					
条件式	実施例16	実施例17			
(1)	0.1666	0.1094			
(2)	0.4205	0.0645			
(3)	0	0			
(4)	-1.0399	-5.3540			
(5)	0.1066	0.4413			
(6)	-21.8261	-80.9524			
(7)	0.4216	0.0512			
(8)	0.1332	0.4431			
(9)	***	***			
(10)	***	***			
(11)	1.1600	0.7000			
	(L=5.0)	(L=5.0)			
(12)	1.0800	1.2800			
	(L=5.0)	(L=5.0)			
(13) × 10 ⁻³	0.333	0.333			
(aは μ m)	(a=3.0)	(a=3.0)			
(a)	1.6411	1.9843			
(b)	2.2790	2.2059			

57

【0139】近赤外カットフィルターF Iについて詳述すると、このフィルターF Iは平行平板の入射面側に長波長域の透過を主に制限する近赤外カットコートと、一方、射出面側に短波長域の透過を主に制限する短波長域カットコートを施している。この近赤外カットコートは、波長600nmでの透過率が80%以上、波長700nmでの透過率が10%以下となるように構成されている。具体的には、図19に示される透過率特性を有し

58

ており、IRカットをする27層の多層コーティングにて達成している。以下にその多層コーティングのデータを示す。このフィルターは、上記の平行平板を基板として、基板側から下記の順番で Al_2O_3 、 TiO_2 、 SiO_2 を27層積層してなるものである。設計波長 λ は780nmである。

【0140】

基 板	材 質	物理的膜厚 (nm)	$\lambda/4$
第1層	Al_2O_3	58.96	0.50
第2層	TiO_2	84.19	1.00
第3層	SiO_2	134.14	1.00
第4層	TiO_2	84.19	1.00
第5層	SiO_2	134.14	1.00
第6層	TiO_2	84.19	1.00
第7層	SiO_2	134.14	1.00
第8層	TiO_2	84.19	1.00
第9層	SiO_2	134.14	1.00
第10層	TiO_2	84.19	1.00
第11層	SiO_2	134.14	1.00
第12層	TiO_2	84.19	1.00
第13層	SiO_2	134.14	1.00
第14層	TiO_2	84.19	1.00
第15層	SiO_2	178.41	1.33
第16層	TiO_2	101.03	1.21
第17層	SiO_2	167.67	1.25
第18層	TiO_2	96.82	1.15
第19層	SiO_2	147.55	1.05
第20層	TiO_2	84.19	1.00
第21層	SiO_2	160.97	1.20
第22層	TiO_2	84.19	1.00
第23層	SiO_2	154.26	1.15
第24層	TiO_2	95.13	1.13
第25層	SiO_2	160.97	1.20
第26層	TiO_2	99.34	1.18
第27層	SiO_2	87.19	0.65

空 気

【0141】また、ローパスフィルターの射出面側の短波長域カットコートは図20に示すような透過率特性を有しており、同じく多層コーティングにより構成されている。それにより、より一層、電子画像の色再現性を高めている。

【0142】具体的には、この短波長域カットコートにより、波長400nm～700nmで透過率が最も高い波長の透過率に対する420nmの波長の透過率の比が15%以上であり、その最も高い波長の透過率に対する400nmの波長の透過率の比が6%以下となるように構成している。

【0143】それにより、人間の目の色に対する認識と、撮像及び再生される画像の色とのずれを低減させることができる。言い換えると、人間の視覚では認識され難い短波長側の色が、人間の目で容易に認識されることによる画像の劣化を防止することができる。

【0144】上記の400nmの波長の透過率の比が6%を越えると、人間の目では認識され難い短波長域が認識し得る違った色に再生されてしまい、逆に、上記の420nmの波長の透過率の比が15%よりも小さいと、人間の認識し得る波長域の再生が低くなり、色のバランスが悪くなる。

59

【0145】このような波長を制限する手段は、補色モザイクフィルターを用いた撮像系においてより効果を奏するものである。

【0146】上記各実施例では、図20に示すように、波長400nmにおける透過率を0%、420nmにおける透過率を90%、440nmにて透過率のピーク100%となるコーティングとしている。

【0147】前記した近赤外シャープカットコートとの作用の掛け合わせにより、波長450nmの透過率99%をピークとして、400nmにおける透過率を0%、420nmにおける透過率を80%、600nmにおける透過率を82%、700nmにおける透過率を2%とする色調整のためのフィルターを達成している。それにより、より忠実な色再現を行っている。

【0148】また、ローパスフィルターFLは、像面上投影時の方位角度が水平(=0°)と±45°方向にそれぞれ結晶軸を有する3種類のフィルターを光軸方向に重ねて使用しており、それぞれについて、水平にaμm、±45°方向にそれぞれ $\text{SQRT}(1/2) \times a$ だけずらすことで、モアレ抑制を行っている。ここで、SQRTは前記のようにスクエアルートであり平方根を意味する。

【0149】また、CCDの撮像面I上には、図21に示す通り、シアン、マゼンダ、イエロー、グリーン(緑)の4色の色フィルターを撮像画素に対応してモザイク状に設けた補色モザイクフィルターを設けている。これら4種類の色フィルターは、それぞれが略同じ数になるように、かつ、隣り合う画素が同じ種類の色フィルターに対応しないようにモザイク状に配置されている。それにより、より忠実な色再現が可能となる。

【0150】補色モザイクフィルターは、具体的には、図21に示すように少なくとも4種類の色フィルターから構成され、その4種類の色フィルターの特性は以下の通りであることが好ましい。

【0151】グリーンの色フィルターGは波長 G_p に分光強度のピークを有し、イエローの色フィルターYは波長 Y_p に分光強度のピークを有し、シアンの色フィルターCは波長 C_p に分光強度のピークを有し、マゼンダの色フィルターMは波長 M_{p1} と M_{p2} にピークを有し、以下の条件を満足する。

$$\begin{aligned} & \text{【0152】 } 510\text{nm} < G_p < 540\text{nm} \\ & 5\text{nm} < Y_p - G_p < 35\text{nm} \\ & -100\text{nm} < C_p - G_p < -5\text{nm} \\ & 430\text{nm} < M_{p1} < 480\text{nm} \\ & 580\text{nm} < M_{p2} < 640\text{nm} \end{aligned}$$

さらに、グリーン、イエロー、シアンの色フィルターはそれぞれの分光強度のピークに対して波長530nmでは80%以上の強度を有し、マゼンダの色フィルターはその分光強度のピークに対して波長530nmでは10%から50%の強度を有することが、色再現性を高める上でより好ましい。

60

【0153】本実施例におけるそれぞれの波長特性の一例を図22に示す。グリーンの色フィルターGは525nmに分光強度のピークを有している。イエローの色フィルターYは555nmに分光強度のピークを有している。シアンの色フィルターCは510nmに分光強度のピークを有している。マゼンダの色フィルターMは445nmと620nmにピークを有している。また、530nmにおける各色フィルターは、それぞれの分光強度のピークに対して、Gは99%、Yは95%、Cは97%、Mは38%としている。

【0154】このような補色フィルターの場合、図示しないコントローラー(若しくは、デジタルカメラに用いられるコントローラー)で、電氣的に次のような信号処理を行い、

輝度信号

$$Y = |G + M + Y + C| \times 1/4$$

色信号

$$R - Y = |(M + Y) - (G + C)|$$

$$B - Y = |(M + C) - (G + Y)|$$

の信号処理を経てR(赤)、G(緑)、B(青)の信号に変換される。

【0155】長波長域や短波長域は人間では認識し難くとも、CCDでは受光感度が高いため、これらの光がCCDに到達してしまうと、信号処理がうまくなされず色再現性が悪くなるが、本実施例の構成では、IRカットフィルター及び短波長域カットフィルターを用いることで良好の色再現を可能としている。

【0156】このIRカットフィルターの位置は光路上のどの位置であってもよいが、電子撮像装置の場合、最も像側のレンズ群と像面(CCD等)の間に配することが、フィルターのコンパクト化やフィルターの効果を均一にできるため好ましい。また、ローパスフィルターFLの枚数も、前記した通り1枚でも2枚でもよい。

【0157】本発明による電子撮像装置の1つの実施形態の要部を図23に示す。本実施形態では、撮像光学系(ズームレンズ)の第1群G1と第2群G2の間の光軸5の光路上に、0段、-1段、-2段、-3段の明るさ調節を可能にするターレット29を配置してある。なお、撮像光学系等のその他の構成は上記各実施例と同様である。

【0158】ターレット29に形成された各開口絞りの各々には、平行平板30、-1段NDフィルター31、-2段NDフィルター32、-3段NDフィルター33が配置され、ターレット29の回転に合わせて光軸5の光路上に順次位置するように構成されている。それより、補色モザイクフィルターを有する撮像素子2に入射する光量を調節している。平行平板30及びNDフィルター31、32、33の表面には、g線とh線との間において透過率がe線の透過率の半値となる波長補正作用を備えるコーティング膜28を施して、短波長の色収差

61

による色フレアを低減させるようになっている。また、後記の付記項〔23〕、〔24〕、〔25〕を満足するように構成している。

【0159】そして、各NDフィルター31～33に対応して全体の透過率が $1/2$ 、 $1/4$ 、 $1/8$ と低下するように作用する。

【0160】また、各実施例の明るさ絞りの部分についての他の実施例を図24に示す。撮像光学系の第1群G1と第2群G2との間の光軸上の絞りの位置に、0段、-1段、-2段、-3段、-4段の明るさ調節を可能とするターレット10を配置している。ターレット10には、0段の調整をする開口形状が直径約4.5mmの円形で固定の空間からなる開口1A（波長550nmに対する透過率は100%）と、-1段補正するために開口1Aの開口面積の約半分の開口面積を有する開口形状が固定の透明な平行平板（波長550nmに対する透過率は99%）からなる開口1Bと、開口1Bと同じ面積の円形開口部を有し、-2段、-3段、-4段に補正するため、各々波長550nmに対する透過率が50%、25%、13%のNDフィルターが設けられた開口部1C、1D、1Eとを有している。

【0161】そして、ターレット10の回転軸11の周りの回転により何れかの開口を絞り位置に配することで光量調節を行っている。

【0162】また、実効Fナンバー F_{no}' が $F_{no}' > a / 0.4 \mu m$ となるとときに、開口内に波長550nmに対する透過率が80%未満のNDフィルターが配される構成としている。具体的には、実施例1では、望遠端の実効F値が上記式を満たすのは、絞り開放時（0段）に対して-2段とした実行F値が9.0となるとときであり、そのときに対応する開口は1Cとなる。それにより、絞りの回折現象による像の劣化を抑えている。

【0163】また、図24に示すターレット10に代えて、図25（a）に示すターレット10'を用いた例を示す。撮像光学系の第1群G1と第2群G2との間の光軸上の明るさ絞り位置に、0段、-1段、-2段、-3段、-4段の明るさ調節を可能とするターレット10'を配置している。ターレット10'には、0段の調整をする開口形状が直径約4.5mmの円形で固定の開口1A'と、-1段補正するために開口1A'の開口面積の約半分の開口面積を有する開口形状が固定の開口1B'と、さらに開口面積が順に50%ずつ小さくなり、-2段、-3段、-4段に補正するための形状が固定の開口部1C'、1D'、1E'とを有している。そして、ターレット10'の回転軸11の周りの回転により何れかの開口を絞り位置に配することで光量調節を行っている。

【0164】また、これら複数の開口の中の1A'から1D'にそれぞれ空間周波数特性の異なる光学的ローパスフィルターを配している。そして、図25（b）に示

62

すように、開口径が小さくなる程光学フィルターの空間周波数特性を高く設定しており、それにより絞り込むことによる回折現象による像の劣化を抑えている。なお、図25（b）の各曲線は、ローパスフィルターのみの空間周波数特性を示すものであり、各絞りの回折も含めた特性は何れも等しくなるように設定されており、それにより、絞り値によらない常に一定のローパス効果が得られる電子撮像装置が達成できる。

【0165】さて、以上のような本発明の電子撮像装置は、ズームレンズで物体像を形成しその像をCCDや銀塩フィルムといった撮像素子に受光させて撮影を行う撮影装置、とりわけデジタルカメラやビデオカメラ、情報処理装置の例であるパソコン、電話、特に持ち運びに便利な携帯電話等に用いることができる。以下に、その実施形態を例示する。

【0166】図26～図28は、本発明によるのズームレンズをデジタルカメラの撮影光学系41に組み込んだ構成の概念図を示す。図26はデジタルカメラ40の外観を示す前方斜視図、図27は同後方斜視図、図28はデジタルカメラ40の構成を示す断面図である。デジタルカメラ40は、この例の場合、撮影用光路42を有する撮影光学系41、ファインダー用光路44を有するファインダー光学系43、シャッター45、フラッシュ46、液晶表示モニター47等を含み、カメラ40の上部に配置されたシャッター45を押圧すると、それに連動して撮影光学系41、例えば実施例1のズームレンズを通して撮影が行われる。撮影光学系41によって形成された物体像が、近赤外カットフィルター、光学的ローパスフィルターからなるフィルターFを介してCCD49の撮像面上に形成される。このCCD49で受光された物体像は、処理手段51を介し、電子画像としてカメラ背面に設けられた液晶表示モニター47に表示される。また、この処理手段51には記録手段52が接続され、撮影された電子画像を記録することもできる。なお、この記録手段52は処理手段51と別体に設けてもよいし、フロッピーディスクやメモリーカード、MO等により電子的に記録書込を行うように構成してもよい。また、CCD49に代わって銀塩フィルムを配置した銀塩カメラとして構成してもよい。

【0167】さらに、ファインダー用光路44上にはファインダー用対物光学系53が配置してある。このファインダー用対物光学系53によって形成された物体像は、像正立部材であるポロプリズム55の視野枠57上に形成される。このポロプリズム55の後方には、正立正像にされた像を観察者眼球Eに導く接眼光学系59が配置されている。なお、撮影光学系41及びファインダー用対物光学系53の入射側、接眼光学系59の射出側にそれぞれカバー部材50が配置されている。

【0168】このように構成されたデジタルカメラ40は、撮影光学系41が広画角で高変倍比であり、収差が

63

良好で、明るく、フィルター等が配置できるバックフォーカスの大きなズームレンズであるので、高性能・低コスト化が実現できる。

【0169】なお、図28の例では、カバー部材50として平行平板を配置しているが、パワーを持ったレンズを用いてもよい。

【0170】次に、本発明のズームレンズが対物光学系として内蔵された情報処理装置の一例であるパソコンが図29～図31に示される。図29はパソコン300のカバーを開いた前方斜視図、図30はパソコン300の撮影光学系303の断面図、図31は図29の状態の側面図である。図29～図31に示されるように、パソコン300は、外部から操作者が情報を入力するためのキーボード301と、図示を省略した情報処理手段や記録手段と、情報を操作者に表示するモニター302と、操作者自身や周辺の像を撮影するための撮影光学系303とを有している。ここで、モニター302は、図示しないバックライトにより背面から照明する透過型液晶表示素子や、前面からの光を反射して表示する反射型液晶表示素子や、CRTディスプレイ等であってよい。また、図中、撮影光学系303は、モニター302の右上に内蔵されているが、その場所に限らず、モニター302の周囲や、キーボード301の周囲のどこであってもよい。

【0171】この撮影光学系303は、撮影光路304上に、本発明によるズームレンズ（図では略記）からなる対物レンズ112と、像を受光する撮像素子チップ162とを有している。これらはパソコン300に内蔵されている。

【0172】ここで、撮像素子チップ162上には光学的ローパスフィルターFが付加的に貼り付けられて撮像ユニット160として一体に形成され、対物レンズ112の鏡枠113の後端にワンタッチで嵌め込まれて取り付け可能になっているため、対物レンズ112と撮像素子チップ162の中心合わせや面間隔の調整が不要であり、組立が簡単となっている。また、鏡枠113の先端には、対物レンズ112を保護するためのカバーガラス114が配置されている。なお、鏡枠113中のズームレンズの駆動機構は図示を省いてある。

【0173】撮像素子チップ162で受光された物体像は、端子166を介して、パソコン300の処理手段に入力され、電子画像としてモニター302に表示される。図29には、その一例として、操作者の撮影された画像305が示されている。また、この画像305は、処理手段を介し、インターネットや電話を介して、遠隔地から通信相手のパソコンに表示されることも可能である。

【0174】次に、本発明のズームレンズが撮影光学系として内蔵された情報処理装置の一例である電話、特に持ち運びに便利な携帯電話が図32に示される。図32

64

(a)は携帯電話400の正面図、図32(b)は側面図、図32(c)は撮影光学系405の断面図である。図32(a)～(c)に示されるように、携帯電話400は、操作者の声を情報として入力するマイク部401と、通話相手の声を出力するスピーカ部402と、操作者が情報を入力する入力ダイヤル403と、操作者自身や通話相手等の撮像と電話番号等の情報を表示するモニター404と、撮影光学系405と、通信電波の送信と受信を行うアンテナ406と、画像情報や通信情報、入力信号等の処理を行う処理手段（図示せず）とを有している。ここで、モニター404は液晶表示素子である。また、図中、各構成の配置位置は、特にこれらに限られない。この撮影光学系405は、撮影光路407上に配置された本発明によるズームレンズ（図では略記）からなる対物レンズ112と、物体像を受光する撮像素子チップ162とを有している。これらは、携帯電話400に内蔵されている。

【0175】ここで、撮像素子チップ162上には光学的ローパスフィルターFが付加的に貼り付けられて撮像ユニット160として一体に形成され、対物レンズ112の鏡枠113の後端にワンタッチで嵌め込まれて取り付け可能になっているため、対物レンズ112と撮像素子チップ162の中心合わせや面間隔の調整が不要であり、組立が簡単となっている。また、鏡枠113の先端には、対物レンズ112を保護するためのカバーガラス114が配置されている。なお、鏡枠113中のズームレンズの駆動機構は図示を省いてある。

【0176】撮像素子チップ162で受光された物体像は、端子166を介して、図示していない処理手段に入力され、電子画像としてモニター404に、又は、通信相手のモニターに、又は、両方に表示される。また、通信相手に画像を送信する場合、撮像素子チップ162で受光された物体像の情報を、送信可能な信号へと変換する信号処理機能が処理手段には含まれている。

【0177】以上、種々の実施例を説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されることなく、設計の必要に応じて上記各実施例において記載された構成を種々組み合わせたり、変更しても構わないことは言うまでもない。

【0178】以上の本発明の電子撮像装置は例えば次のように構成することができる。

【0179】〔1〕物体側より順に、負の屈折力を有する第1群と、正の屈折力を有する第2群と、正の屈折力を有する第3群とからなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、前記第2群と前記第3群の間隔が大きくなり、前記第3群を物体側に繰り出すことでより近距離の被写体に合焦することが可能なズームレンズであって、前記第2群が、物体側から順に、1枚の正レンズ2a、1枚の負レンズ2b、少なくとも1枚のレンズを含むレンズ群2cよりなり、前記第3群が正

65

レンズ 1 枚よりなり、以下の条件を満たすズームレンズを有することを特徴とする電子撮像装置。

【0180】

$$(1) \quad 0.04 < t_{2N} / t_2 < 0.18$$

$$(2) \quad -0.5 < f_{2a} / f_{2c} < 1.1$$

ただし、 t_{2N} は、第 2 群の物体側正レンズ 2 a の像側の面から第 2 群の負レンズ 2 b の像側の面までの光軸上の距離、 t_2 は、第 2 群の物体側正レンズ 2 a の物体側の面からレンズ群 2 c の最も像側の面までの光軸上での距離、 f_{2a} と f_{2c} は、それぞれ第 2 群の物体側正レンズ 2 a とレンズ群 2 c の空気中の焦点距離である。

【0181】〔2〕 物体側より順に、負の屈折力を有する第 1 群と、正の屈折力を有する第 2 群と、正の屈折力を有する第 3 群とからなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、前記第 2 群と前記第 3 群の間隔が大きくなり、前記第 3 群を物体側に繰り出すことでより近距離の被写体に合焦することが可能なズームレンズであって、前記第 2 群が、物体側から順に、1 枚の正レンズ 2 a、1 枚の負レンズ 2 b、1 枚のレンズからなるレンズ群 2 c よりなり、前記第 3 群が正レンズ 1 枚よりなり、以下の条件を満たすズームレンズを有することを特徴とする電子撮像装置。

$$(4) \quad (R_{2c1} + R_{2cr}) / (R_{2c1} - R_{2cr}) < -0.4$$

$$(5) \quad -1.1 < (R_{31} + R_{32}) / (R_{31} - R_{32}) < 1.5$$

ただし、 R_{2c1} 、 R_{2cr} は、それぞれ第 2 群の像側のレンズ群 2 c の最も物体側の面と最も像側の面の、 R_{31} 、 R_{32} は、第 3 群の物体側から 1 番目と 2 番目のレンズ面のそれぞれの光軸上の曲率半径である。

【0187】〔5〕 前記第 2 群のレンズ 2 a とレンズ 2 b が接合されているズームレンズを有することを特徴

$$(6) \quad -1.5 < \{ (R_{2a1} + R_{2a2}) \cdot (R_{2b1} - R_{2b2}) \} / \{ (R_{2a1} - R_{2a2}) \cdot (R_{2b1} + R_{2b2}) \} < -0.6$$

ただし、 R_{2a1} 、 R_{2a2} 、 R_{2b1} ($=R_{2a2}$)、 R_{2b2} は、それぞれ第 2 群のレンズ 2 a の物体側、像側、レンズ 2 b の物体側、像側の光軸上の曲率半径である。

【0190】〔7〕 前記第 2 群のレンズ 2 a の物体側の面に非球面を有するズームレンズを有することを特徴とする上記 1 から 6 の何れか 1 項記載の電子撮像装置。

【0191】〔8〕 前記第 1 群は、物体側から順に、2 枚以下の負レンズからなる負レンズ群と 1 枚の正レンズからなる正レンズ群とからなり、前記負レンズ群の中少なくとも 1 枚の負レンズは非球面を含むズームレンズを有し、以下の条件を満足するズームレンズを有することを特徴とする上記 1 から 7 の何れか 1 項記載の電子撮像装置。

$$【0192】(7) \quad -0.1 < f_{\theta} / R_{11} < 0.45$$

ただし、 R_{11} は、第 1 群の物体側から 1 番目のレンズ面の光軸上の曲率半径、 f_{θ} は、ズームレンズ全系の広角端（無限遠物点）の焦点距離である。

【0193】〔9〕 以下の条件を満足するズームレン

66

$$【0182】(1) \quad 0.04 < t_{2N} / t_2 < 0.18$$

$$(2) \quad -0.5 < f_{2a} / f_{2c} < 1.1$$

ただし、 t_{2N} は、第 2 群の物体側正レンズ 2 a の像側の面から第 2 群の負レンズ 2 b の像側の面までの光軸上の距離、 t_2 は、第 2 群の物体側正レンズ 2 a の物体側の面からレンズ群 2 c の最も像側の面までの光軸上での距離、 f_{2a} と f_{2c} は、それぞれ第 2 群の物体側正レンズ 2 a とレンズ群 2 c の空気中の単体焦点距離である。

【0183】〔3〕 前記第 2 群のレンズ群 2 c が非球面を含み、前記第 3 群が球面のみ、又は、以下に示す条件を満たす非球面を有するズームレンズを有することを特徴とする上記 1 又は 2 記載の電子撮像装置。

$$【0184】(3) \quad \text{abs}(z) / L < 1.5 \times 10^{-2}$$

ただし、 $\text{abs}(z)$ は、光軸より $0.35L$ の高さでの第 3 群の非球面の光軸上の曲率半径を有する球面からの光軸方向への偏倚量の絶対値、 L は有効撮像面の対角長である。

【0185】〔4〕 以下の条件を満たすズームレンズを有することを特徴とする上記 1 から 3 の何れか 1 項記載の電子撮像装置。

【0186】

とする上記 1 から 4 の何れか 1 項記載の電子撮像装置。

【0188】〔6〕 以下の条件を満足するズームレンズを有することを特徴とする上記 5 記載の電子撮像装置。

【0189】

ズを有することを特徴とする上記 8 記載の電子撮像装置。

$$【0194】(8) \quad 0.13 < d_{NP} / f_{\theta} < 1.0$$

ただし、 d_{NP} は、第 1 群の負レンズ群と正レンズ群の光軸上での空気間隔である。

【0195】〔10〕 前記第 1 群は、物体側から順に、1 枚の正レンズと 2 枚の負レンズと 1 枚の正レンズとからなるズームレンズを有することを特徴とする上記 1 から 7 の何れか 1 項記載の電子撮像装置。

【0196】〔11〕 以下の条件を満足するズームレンズを有することを特徴とする上記 10 記載の電子撮像装置。

$$【0197】(9) \quad 0.75 < R_{14} / L < 3$$

ただし、 R_{14} は、第 1 群の物体側から 4 番目のレンズ面の光軸上の曲率半径、 L は、撮像素子の有効撮像領域の対角長である。

【0198】〔12〕 前記第 1 群は、物体側から順に、2 枚の負レンズと 1 枚の正レンズと 1 枚の負レンズ

67

とからなるズームレンズを有することを特徴とする上記 1 から 7 の何れか 1 項記載の電子撮像装置。

【0199】〔13〕 前記第 1 群は、物体側から順に、1 枚の正レンズと 1 枚の負レンズと 1 枚の正レンズとからなり、前記何れか一方の正レンズが非球面を含む弱い屈折力にて構成され、以下の条件を満足するズームレンズを有することを特徴とする上記 1 から 7 の何れか 1 項記載の電子撮像装置。

【0200】(10) $0 < f_{\#} / f_{1P} < 0.3$

ただし、 f_{1P} は、第 1 群の非球面を含む弱い屈折力の正レンズの焦点距離、 $f_{\#}$ はズームレンズ全系の広角端（無限遠物点）の焦点距離である。

【0201】〔14〕 前記第 1 群は、物体側から順に、1 枚の正レンズと 1 枚の負メネスカスレンズと負レンズと正レンズの接合レンズ成分とからなるズームレンズを有することを特徴とする上記 1 から 7 の何れか 1 項記載の電子撮像装置。

【0202】〔15〕 前記第 1 群、前記第 2 群の総厚が以下の条件を満足することを特徴とする上記 1 から 14 の何れか 1 項記載の電子撮像装置。

【0203】(11) $0.4 < t_1 / L < 2.2$

(12) $0.5 < t_2 / L < 1.5$

ただし、 t_1 は、第 1 群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上での厚み、 t_2 は、第 2 群の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上での厚み、 L は、撮像素子の有効撮像領域の対角長である。

【0204】〔16〕 前記ズームレンズ後方にある撮像素子よりも物体側に、波長 600 nm での透過率が 80%以上、波長 700 nm での透過率が 10%以下の近赤外シャープカットコートを有することを特徴とする上記 1 から 15 の何れか 1 項記載の電子撮像装置。

【0205】〔17〕 前記撮像素子のカラー化フィルターとして補色モザイクフィルターを使用することを特

(13) $0.15 \times 10^3 < t_{LPF} / a < 0.45 \times 10^3$

ただし、 a は電子撮像素子の水平画素ピッチである。

【0212】〔22〕 開口サイズが固定の複数の開口を有し、その中の 1 つを第 1 群の最も像側のレンズ面と第 3 群の最も物体側のレンズ面の間の何れかの光路内に挿入でき、かつ、他のものと交換可能とすることで像面照度を調節することを特徴とする上記 1 から 21 の何れか 1 項記載の電子撮像装置。

【0213】〔23〕 前記複数の開口の中、一部の開口内に波長 550 nm に対する透過率が 80%未満の媒体を有することを特徴とする上記 22 記載の電子撮像装置。

【0214】〔24〕 a / F ナンバー $< 0.4 \mu m$ となるような F 値に相当する光量になるように調節を実施する場合は、開口内に波長 550 nm に対する透過率が 80%未満の媒体を有することを特徴とする上記 22 記載の電子撮像装置。ただし、 a は電子撮像素子の水平画

68

徴とする上記 16 記載の電子撮像装置。

【0206】〔18〕 前記補色モザイクフィルターは少なくとも 4 種類の色フィルターからなり、それぞれが略同じ数になるように、かつ、隣り合う画素が同じ種類の色フィルターに対応しないようにモザイク状に配置されていることを特徴とする上記 17 記載の電子撮像装置。

【0207】〔19〕 前記補色モザイクフィルターは少なくとも 4 種類の色フィルターから構成され、前記 4 種類の色フィルターの特性は以下の通りであることを特徴とする上記 17 又は 18 記載の電子撮像装置。

【0208】 グリーンの色フィルター G は波長 G_P に分光強度のピークを有し、イエローの色フィルター Y_e は波長 Y_P に分光強度のピークを有し、シアンの色フィルター C は波長 C_P に分光強度のピークを有し、マゼンダの色フィルター M は波長 M_{P1} と M_{P2} にピークを有し、以下の条件を満足する。

【0209】 $510 \text{ nm} < G_P < 540 \text{ nm}$

$5 \text{ nm} < Y_P - G_P < 35 \text{ nm} - 100 \text{ nm} < C_P - G_P < -5 \text{ nm}$

$430 \text{ nm} < M_{P1} < 480 \text{ nm}$

$580 \text{ nm} < M_{P2} < 640 \text{ nm}$

〔20〕 前記グリーン、イエロー、シアンの色フィルターはそれぞれの分光強度のピークに対して 530 nm では 80%以上の強度を有し、前記マゼンダの色フィルターはその分光強度のピークに対して波長 530 nm では 10%から 50%の強度を有することを特徴とする上記 19 記載の電子撮像装置。

【0210】〔21〕 前記撮像素子より物体側に配置される光学的ローパスフィルターの総厚 t_{LPF} が以下の条件を満たすことを特徴とする上記 1 から 20 の何れか 1 項記載の電子撮像装置。

【0211】

素ピッチである。

【0215】〔25〕 前記複数の開口の一部にそれぞれ周波数特性の異なる光学的ローパスフィルターを有することを特徴とする上記 22 から 24 の何れか 1 項記載の電子撮像装置。

【0216】〔26〕 前記ズームレンズの変倍比が 2.3 以上であることを特徴とする上記 1 から 25 の何れか 1 項記載の電子撮像装置。

【0217】

【発明の効果】本発明により、沈胴厚が薄く、収納性に優れ、かつ、高倍率でリアフォーカスにおいても結像性能の優れたズームレンズを得ることができ、ビデオカメラやデジタルカメラの徹底的薄型化を図ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の電子撮像装置に用いられるズームレン

69

ズの実施例 1 の無限遠物点合焦時の広角端でのレンズ断面図である。

【図 2】ズームレンズの実施例 2 の図 1 と同様なレンズ断面図である。

【図 3】ズームレンズの実施例 3 の図 1 と同様なレンズ断面図である。

【図 4】ズームレンズの実施例 4 の図 1 と同様なレンズ断面図である。

【図 5】ズームレンズの実施例 5 の図 1 と同様なレンズ断面図である。

【図 6】ズームレンズの実施例 6 の図 1 と同様なレンズ断面図である。

【図 7】ズームレンズの実施例 7 の図 1 と同様なレンズ断面図である。

【図 8】ズームレンズの実施例 8 の図 1 と同様なレンズ断面図である。

【図 9】ズームレンズの実施例 9 の図 1 と同様なレンズ断面図である。

【図 10】ズームレンズの実施例 10 の図 1 と同様なレンズ断面図である。

【図 11】ズームレンズの実施例 11 の図 1 と同様なレンズ断面図である。

【図 12】ズームレンズの実施例 12 の図 1 と同様なレンズ断面図である。

【図 13】ズームレンズの実施例 13 の図 1 と同様なレンズ断面図である。

【図 14】ズームレンズの実施例 14 の図 1 と同様なレンズ断面図である。

【図 15】ズームレンズの実施例 15 の図 1 と同様なレンズ断面図である。

【図 16】ズームレンズの実施例 16 の図 1 と同様なレンズ断面図である。

【図 17】ズームレンズの実施例 17 の図 1 と同様なレンズ断面図である。

【図 18】実施例 1 のズームレンズの無限遠フォーカス時の収差図である。

【図 19】近赤外シャープカットコートの一例の透過率特性を示す図である。

【図 20】ローパスフィルターの射出面側に設ける色フィルターの一例の透過率特性を示す図である。

【図 21】補色モザイクフィルターの色フィルター配置を示す図である。

【図 22】補色モザイクフィルターの波長特性の一例を示す図である。

【図 23】本発明による電子撮像装置の 1 つの実施形態の要部を示す斜視図である。

【図 24】各実施例の明るさ絞りの部分についての他の実施例を示す斜視図である。

【図 25】各実施例の明るさ絞りの部分の別の例の詳細を示す図である。

70

【図 26】本発明によるズームレンズを組み込んだデジタルカメラの外観を示す前方斜視図である。

【図 27】図 26 のデジタルカメラの後方斜視図である。

【図 28】図 26 のデジタルカメラの断面図である。

【図 29】本発明によるズームレンズが対物光学系として組み込まれたパソコンのカバーを開いた前方斜視図である。

【図 30】パソコンの撮影光学系の断面図である。

【図 31】図 29 の状態の側面図である。

【図 32】本発明によるズームレンズが対物光学系として組み込まれた携帯電話の正面図、側面図、その撮影光学系の断面図である。

【符号の説明】

G 1 …第 1 (レンズ) 群

G 2 …第 2 (レンズ) 群

G 3 …第 3 (レンズ) 群

F I …近赤外カットフィルター

F L …光学的ローパスフィルター

C G …CCD のカバーガラス

1 …像面

2 …撮像素子

5 …光軸

1 A、1 B、1 C、1 D、1 E …開口

1 A'、1 B'、1 C'、1 D'、1 E' …開口

1 0 …ターレット

1 0' …ターレット

1 1 …回転軸

2 8 …コーティング膜

2 9 …ターレット

3 0 …平行平板

3 1 …1 段 ND フィルター

3 2 …2 段 ND フィルター

3 3 …3 段 ND フィルター

4 0 …デジタルカメラ

4 1 …撮影光学系

4 2 …撮影用光路

4 3 …ファインダー光学系

4 4 …ファインダー用光路

4 5 …シャッター

4 6 …フラッシュ

4 7 …液晶表示モニター

4 9 …CCD

5 0 …カバー部材

5 1 …処理手段

5 2 …記録手段

5 3 …ファインダー用対物光学系

5 5 …ポロプリズム

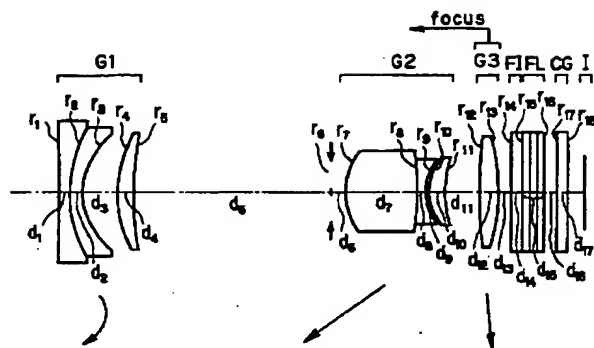
5 7 …視野枠

5 9 …接眼光学系

71

112...対物レンズ
 113...鏡枠
 114...カバーガラス
 160...撮像ユニット
 162...撮像素子チップ
 166...端子
 300...パソコン
 301...キーボード
 302...モニター
 303...撮影光学系

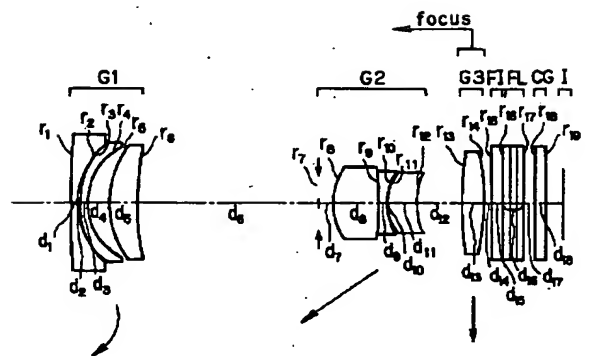
【図1】



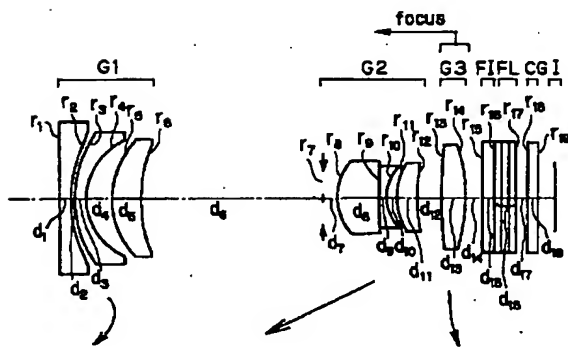
72

304...撮影光路
 305...画像
 400...携帯電話
 401...マイク部
 402...スピーカ部
 403...入力ダイヤル
 404...モニター
 405...撮影光学系
 406...アンテナ
 407...撮影光路

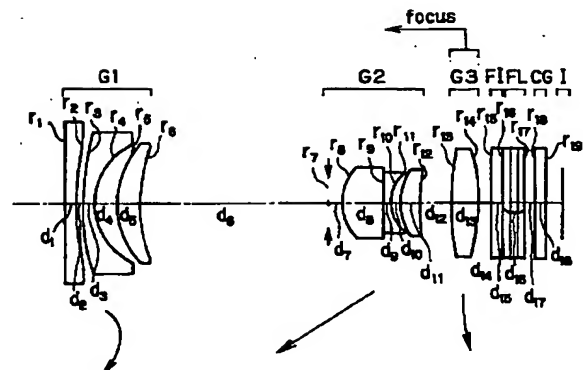
【図2】



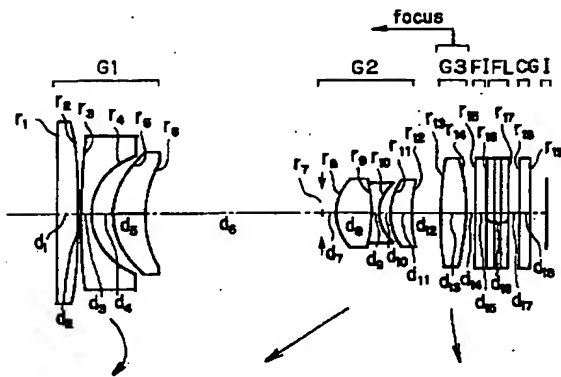
【図3】



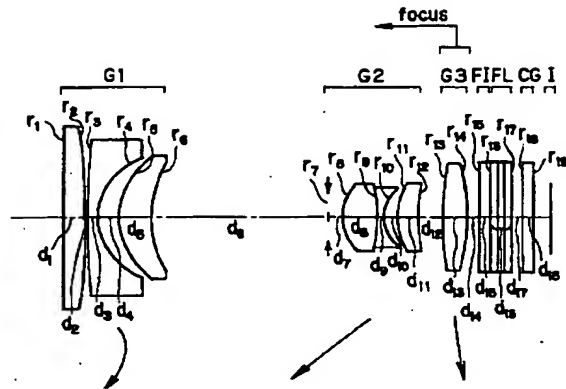
【図4】



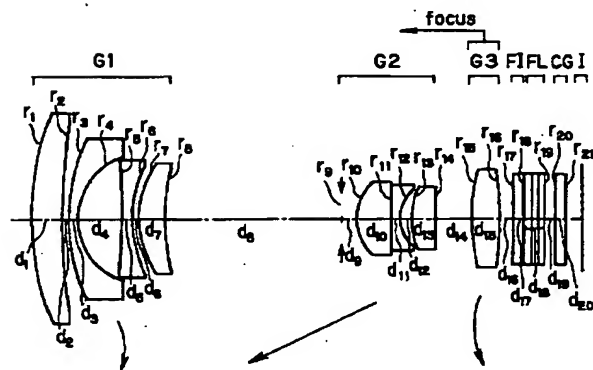
【図 5】



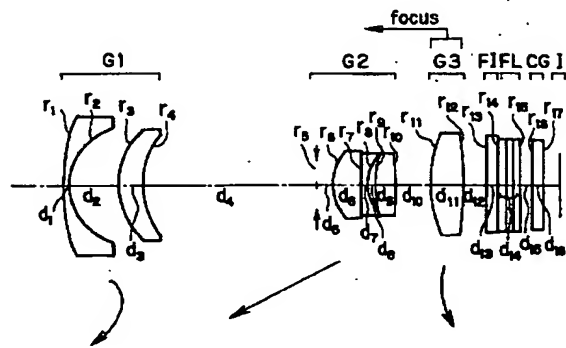
【図 6】



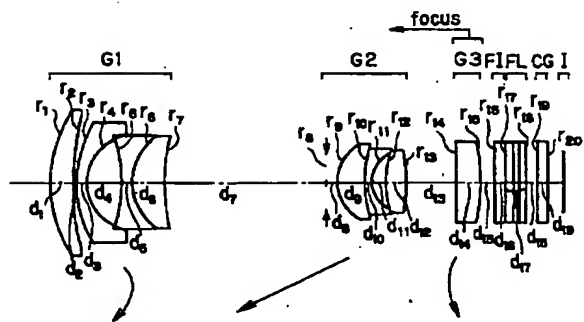
【図 7】



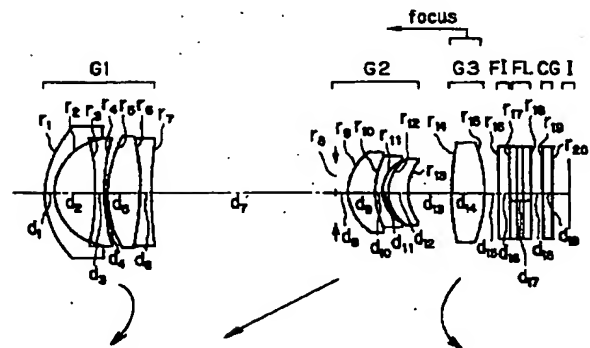
【図 8】



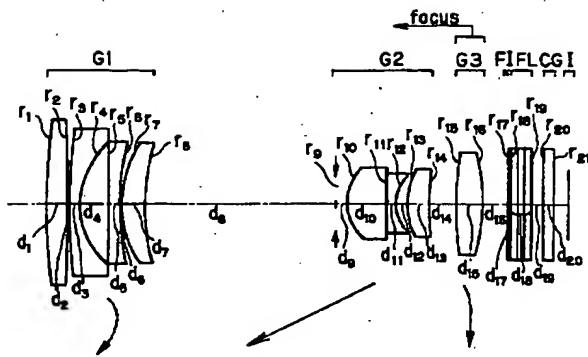
【図 9】



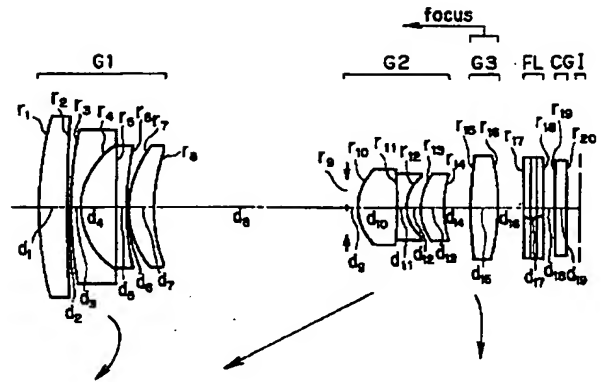
【図 10】



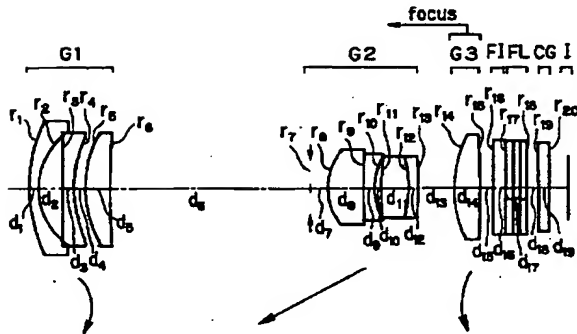
【図 11】



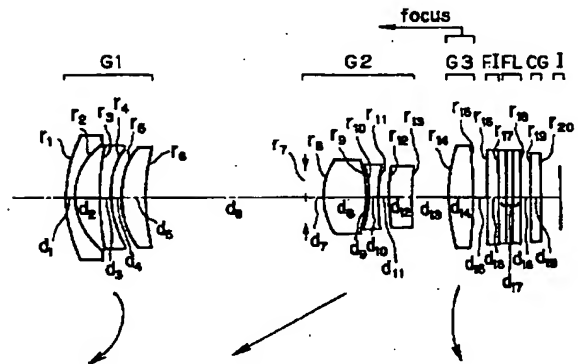
【図 12】



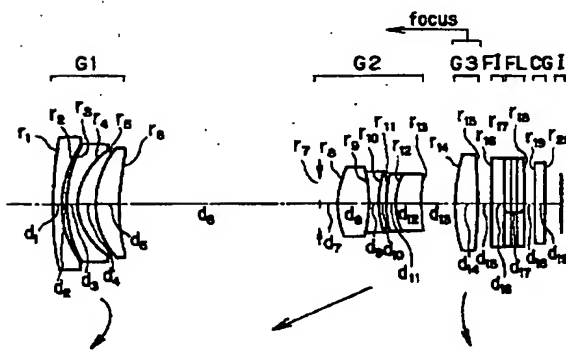
【図 13】



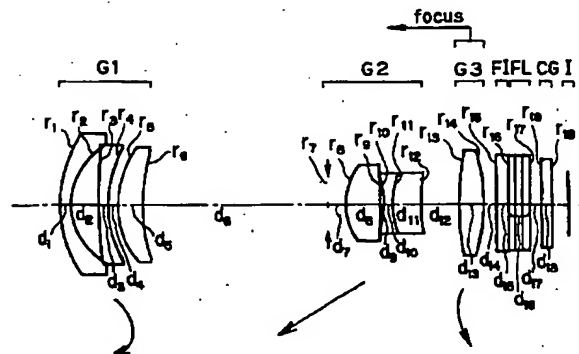
【図 14】



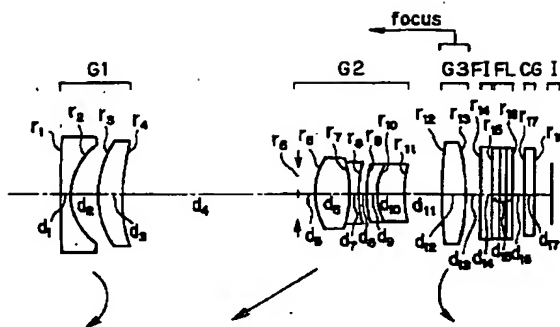
【図 15】



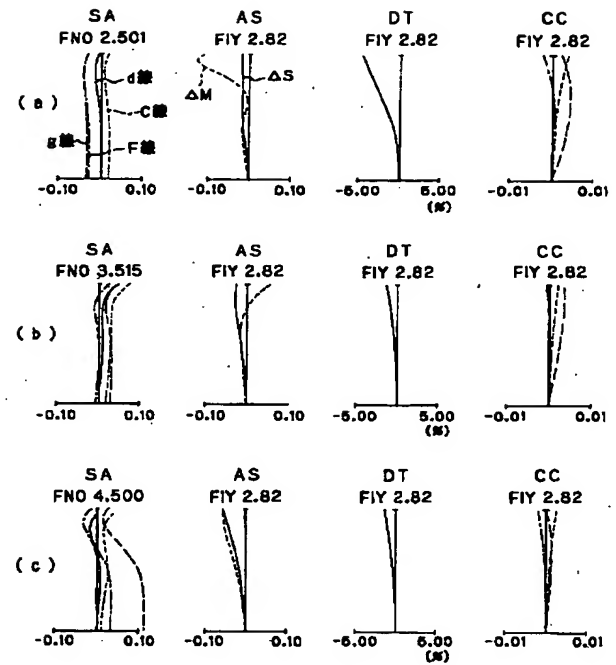
【図 16】



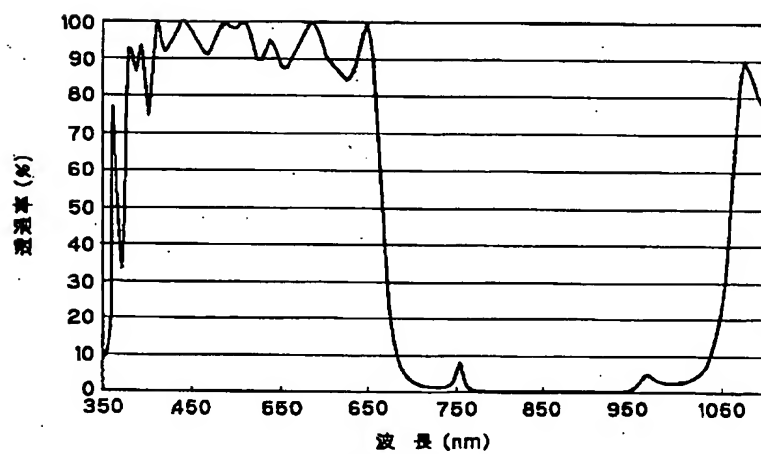
【図17】



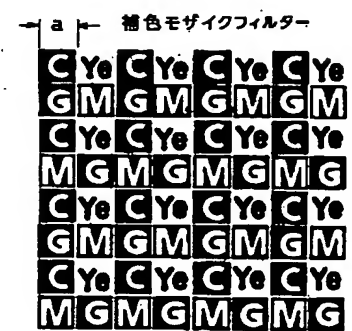
【図18】



【図19】

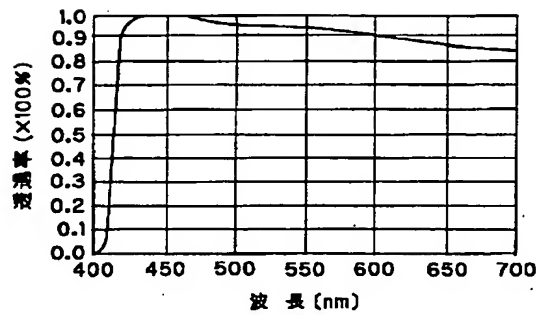


【図21】

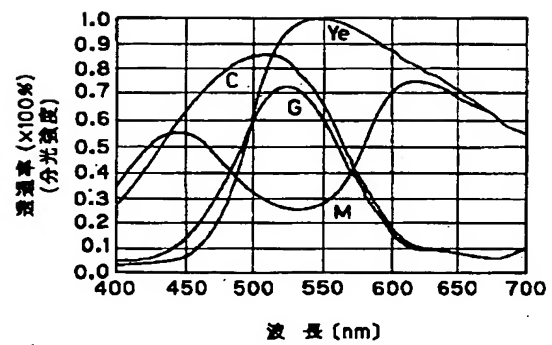


C:シアン M:マゼンタ
Ye:イエロー G:緑

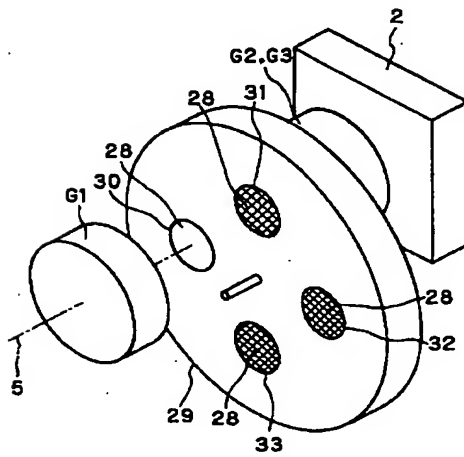
【図 20】



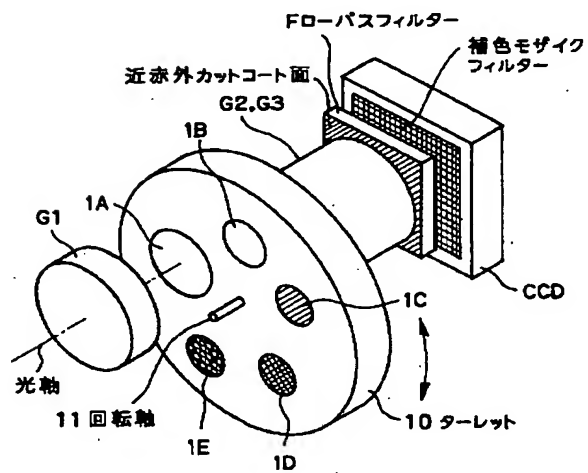
【図 22】



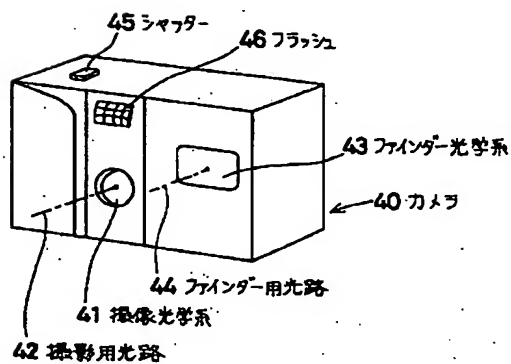
【図 23】



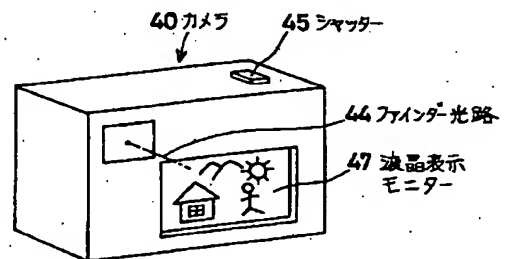
【図 24】



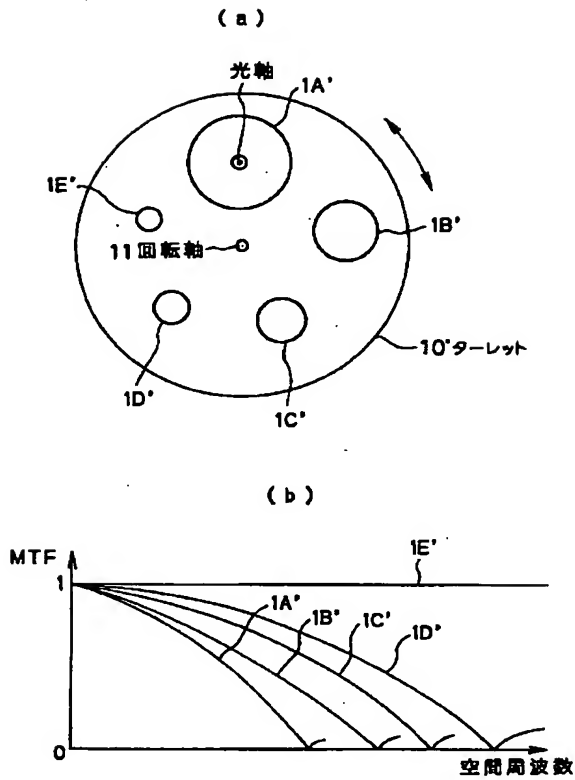
【図 26】



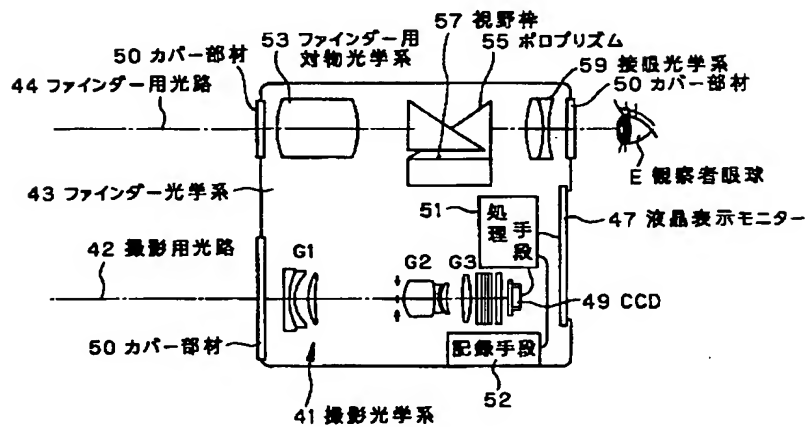
【図 27】



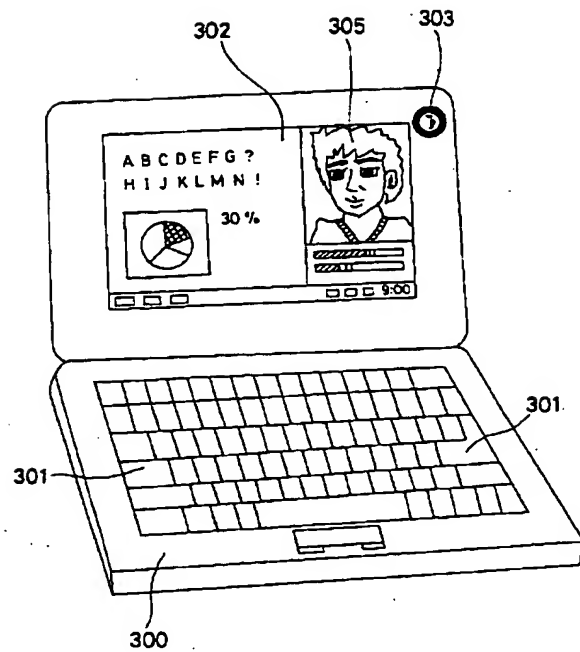
【図 25】



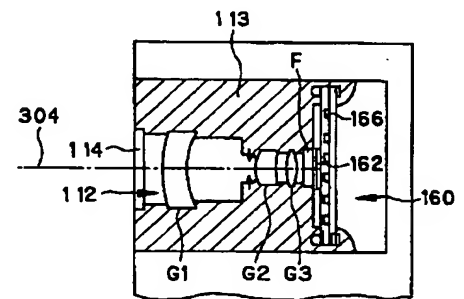
【図 28】



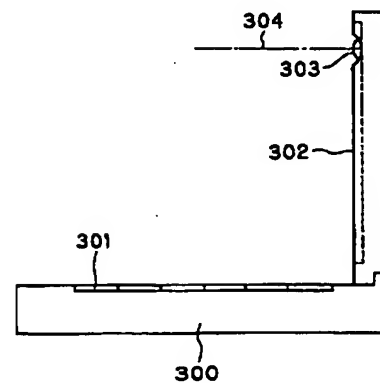
【図 29】



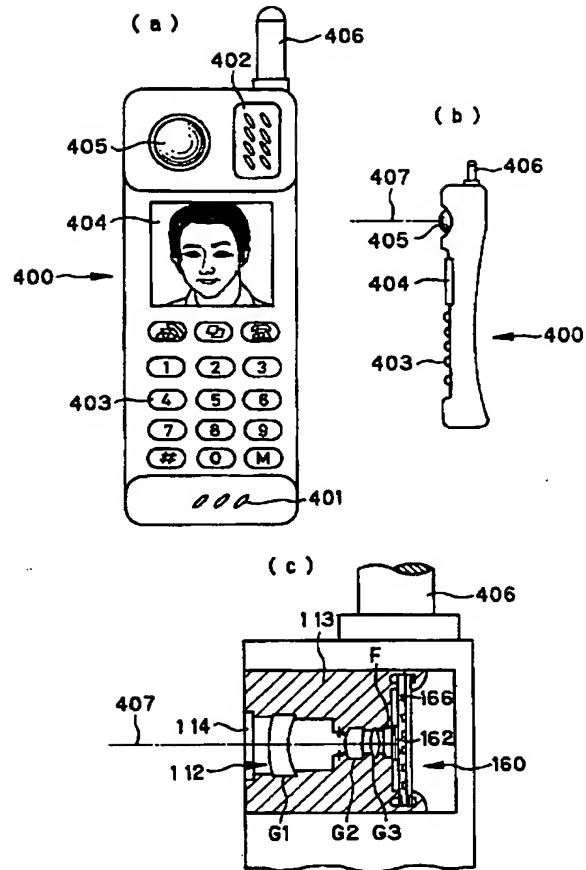
【図 30】



【図 31】



【図 32】



フロントページの続き

(72)発明者 渡邊 正仁

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 小西 宏一

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

F ターム(参考) 2H087 KA01 MA14 PA05 PA06 PA18
PA19 PB07 PB08 QA02 QA03
QA07 QA12 QA13 QA14 QA17
QA19 QA21 QA22 QA25 QA34
QA41 QA46 RA05 RA12 RA13
RA36 RA43 SA14 SA16 SA19
SA62 SA63 SA64 SA74 SB03
SB04 SB05 SB14 SB15 SB22